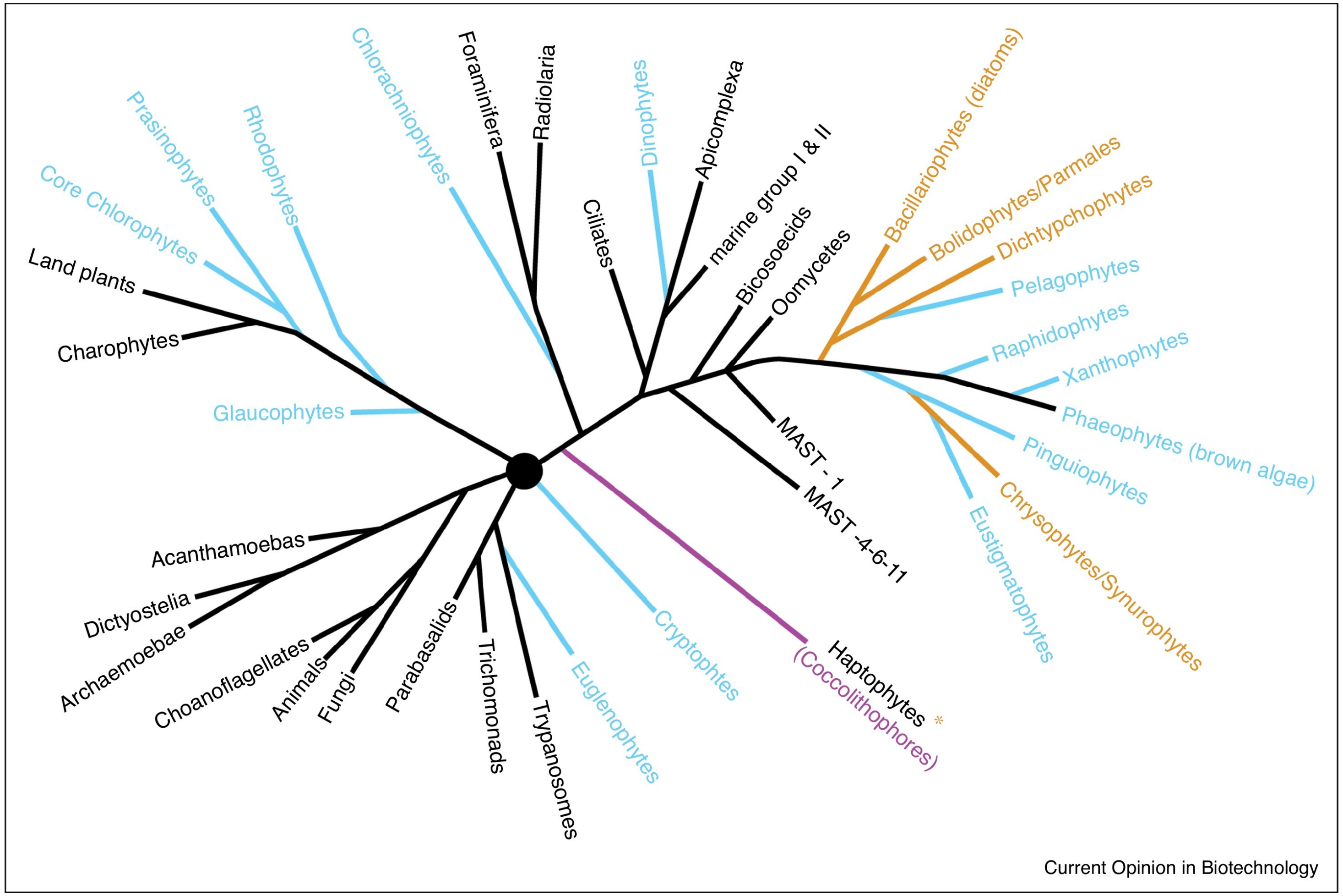
IOUSP - Curso de Graduação em Oceanografia

Disciplina IOB0169 – Oceanografia Biológica III

14/3/2024

Microplâncton eucarioto: morfologia e função ecológica dos grupos dominantes

Relações filogenéticas entre o fitoplâncton (colorido) e outros eucariotos (preto) da biosfera



Os que mineralizam a Sílica (p.ex., diatomáceas)

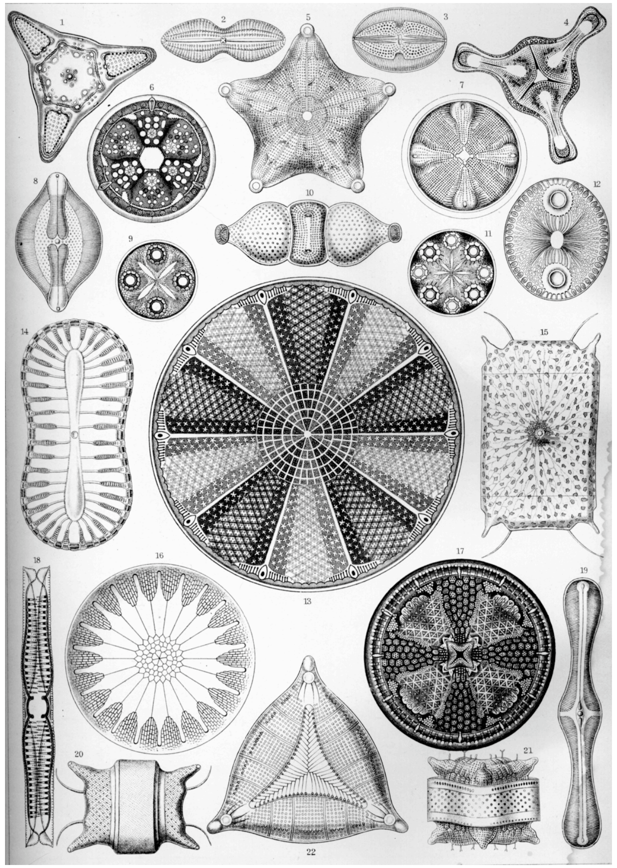
Os que mineralizam $CaCO_3$ (Haptofíceas) p.ex., cocolitoforideos

Skeffington & Scheffel, 2018
https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.07.013

Diatomácea

Diatomáceas - Classe Bacillariophyceae

Diatomáceas são reconhecidas em coleções planctônicas desde o século XIX



fonte: Ernst Haeckel 1870 ➔

Das hidden flora (a flora "escondida")

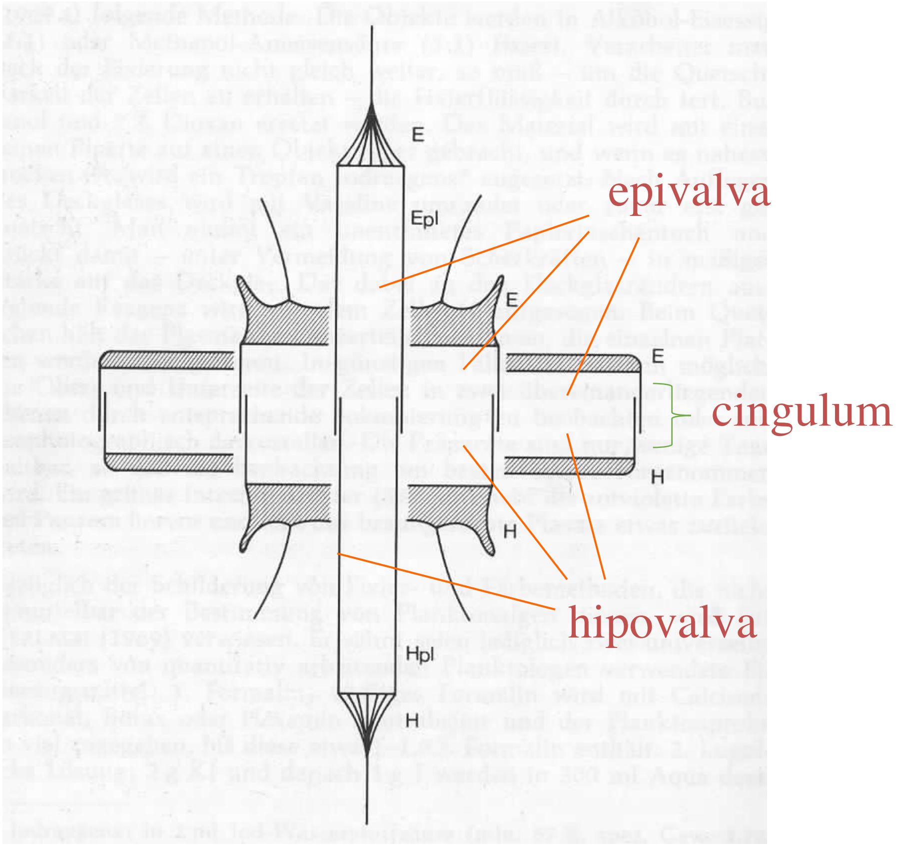
Presume-se que existam atualmente entre 30-100 spp de diatomáceas com tamanhos entre 5 µm – 5 mm

Organização da frústula

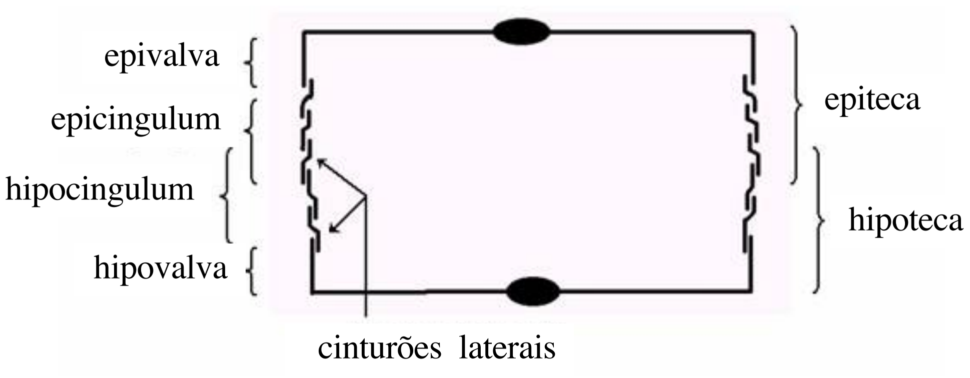
2 valvas: **epivalva e hipovalva**

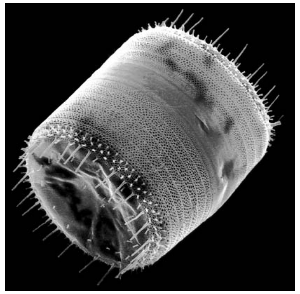
…e junções laterais chamada **cingulum**: **epi- e hipocingulum**

Tamanho → 2 e 200 µm.



Nomenclatura geral da frústula





VTS_01_2.VOB
22:00s

A taxonomia se baseia na forma da frústula

(i) Cêntricas

Frústulas cilíndricas Valvas com simetria radial de 3 tipos:

- arranjo radial dos poros - generos *Coscinodiscus, Thalassiosira*

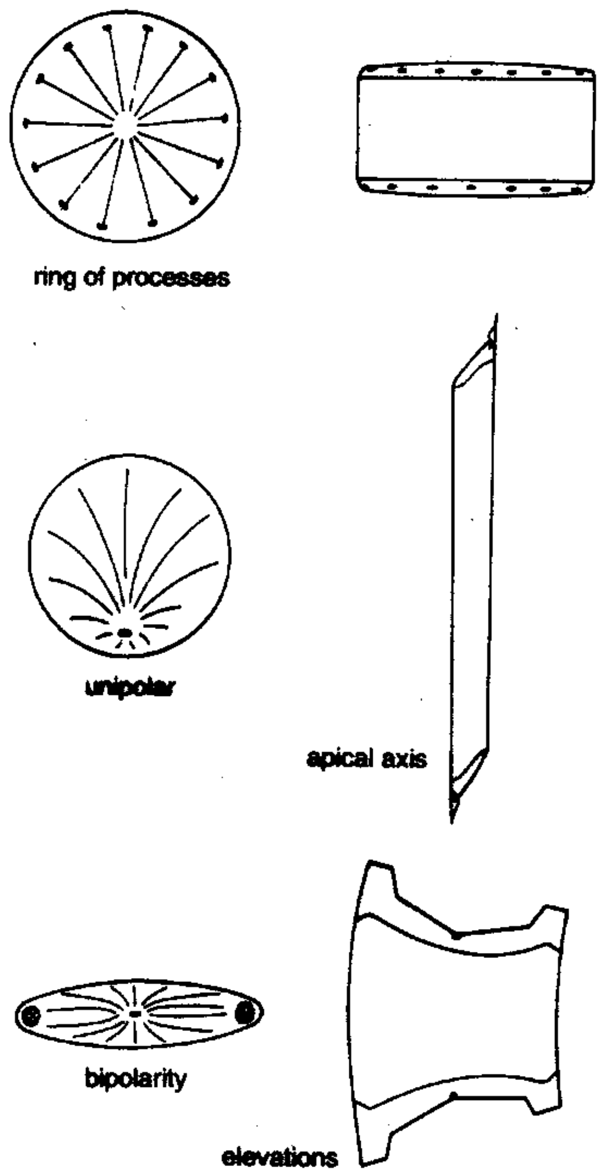
- arranjos concêntricos em torno de 1, 2, 3 ou mais pontos - gêneros *Rhizosolenia, Odontella*

São as mais comuns no plâncton com cerca de 1500 espécies

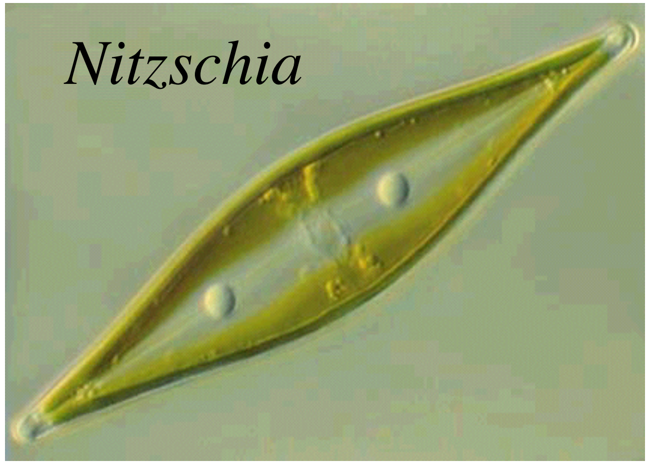
Coscinodiscus

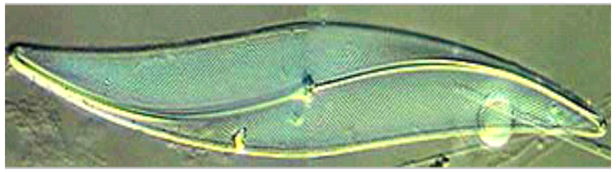
Rhizosolenia

Odontella

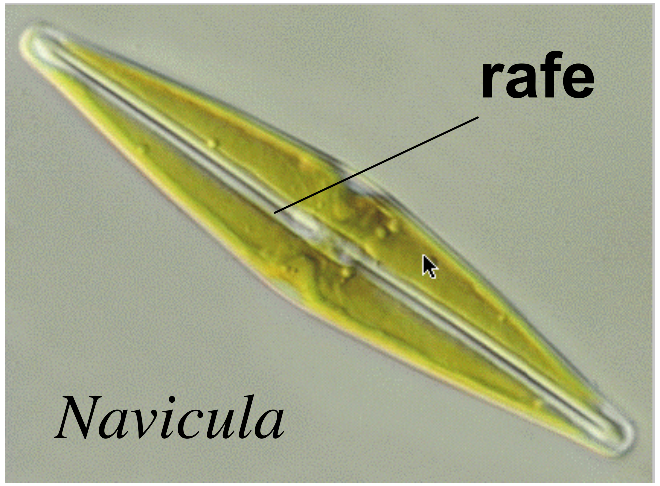


Penadas - frústulas alongadas e valvas com simetria bilateral (geralmente bentônicas)

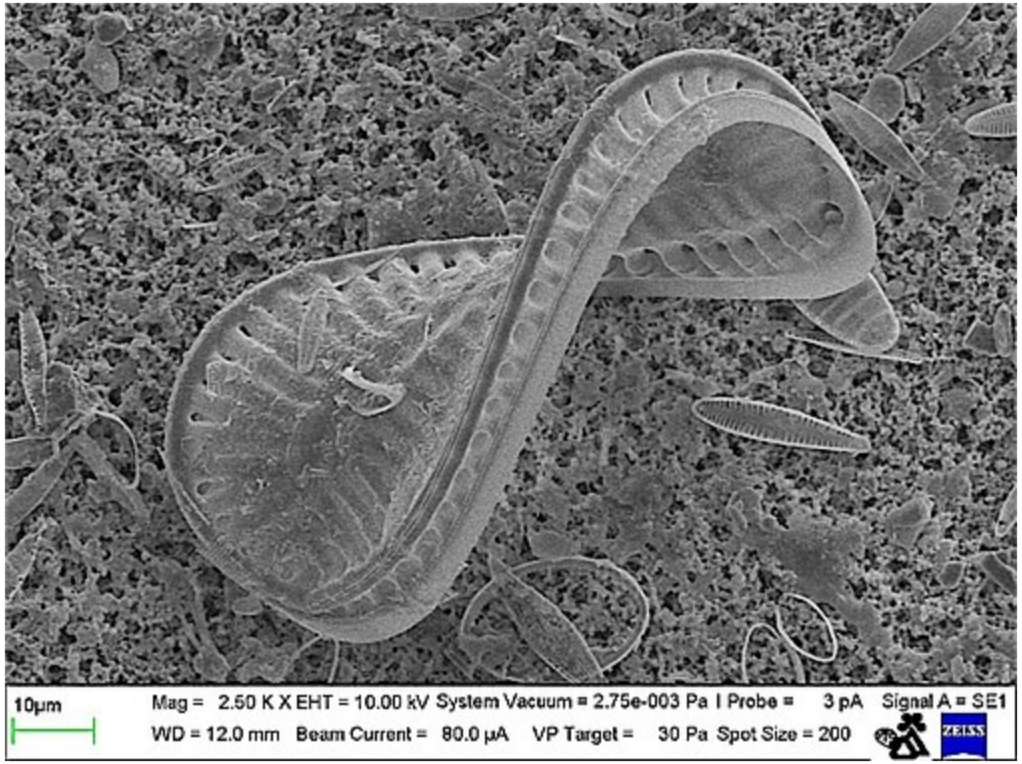


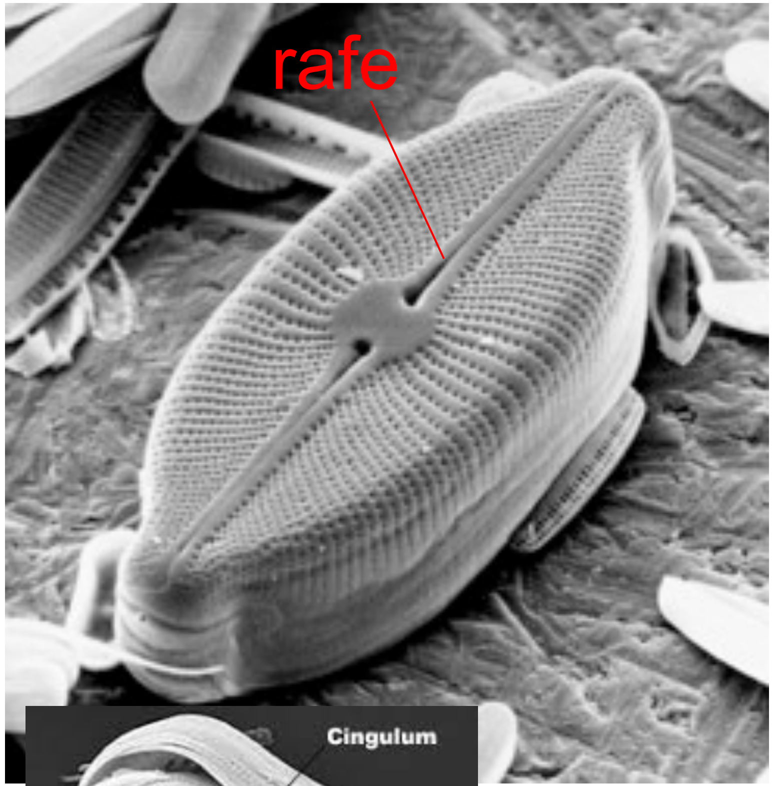


Pleurosigma/Gyrosigma

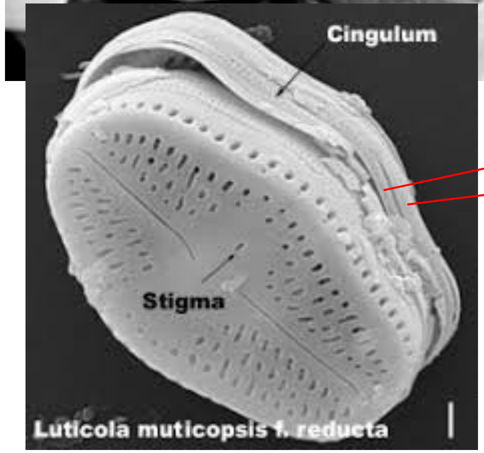


Penadas - frústulas alongadas e valvas com simetria bilateral (geralmente bentônicas)



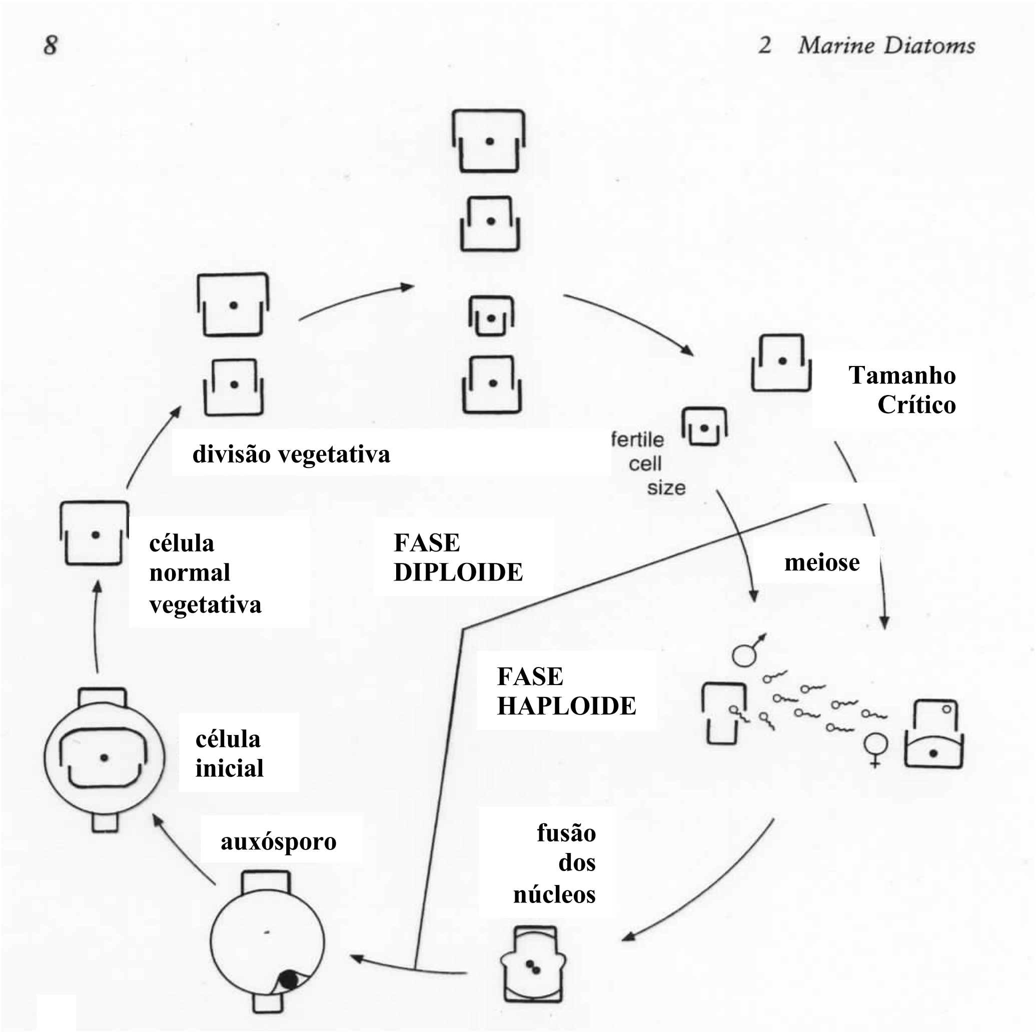


VTS_01_2.VOB
20:15s

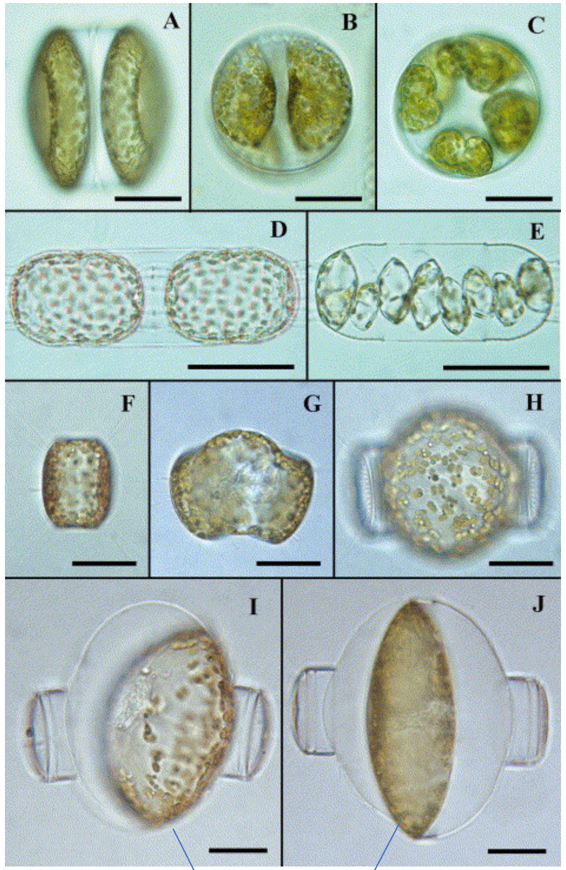


Bandas intercalares

Ciclo de vida com reprodução assexuada e sexuada
Tamanho Mínimo Crítico ≈ 25% do tamanho original



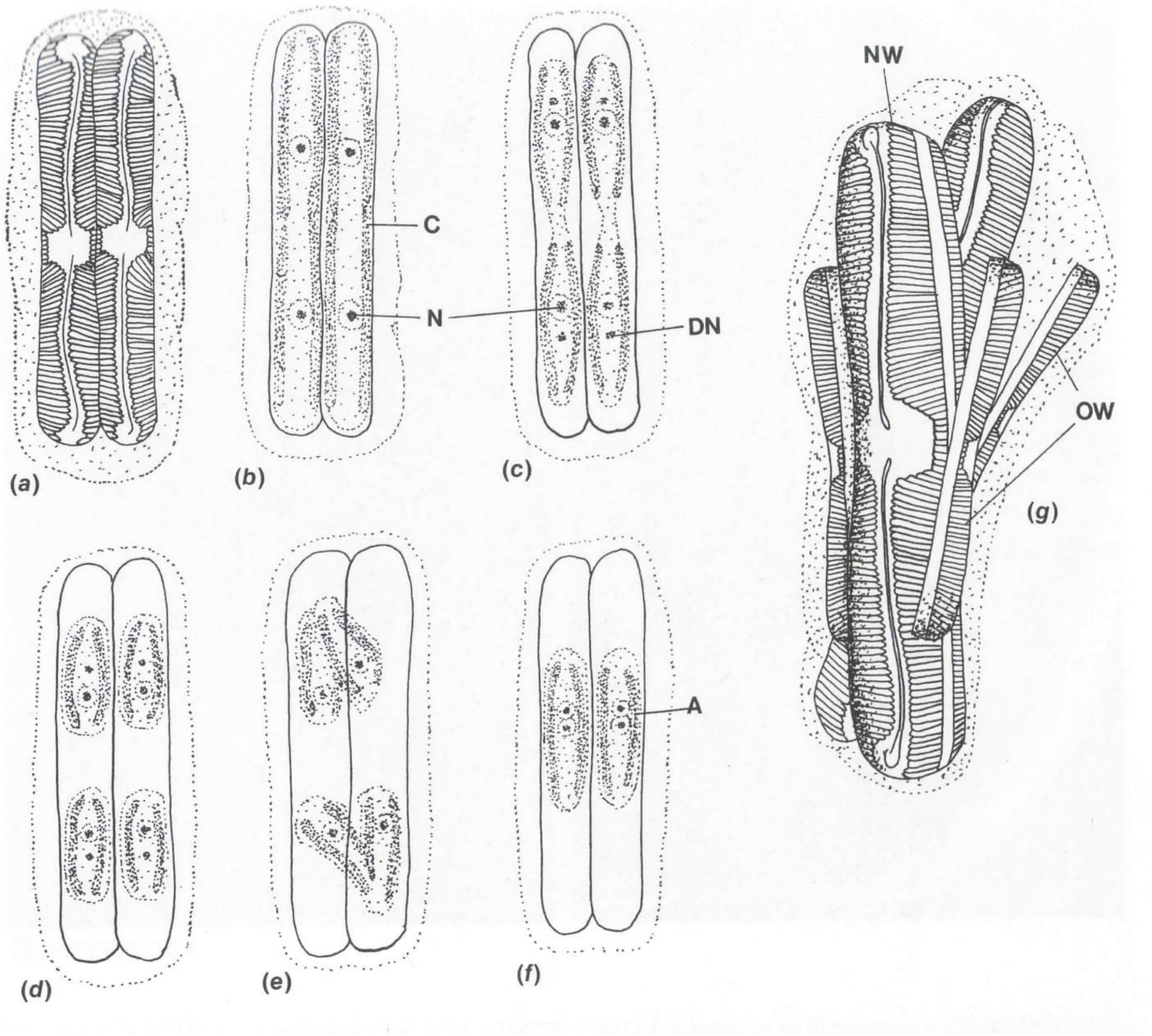
Reprodução sexual de uma diatomácea cêntrica (oogamia)



Auxósporos

VTS_01_2.VOB
26:08s

Reprodução sexuada das diatomáceas penadas: isogamia

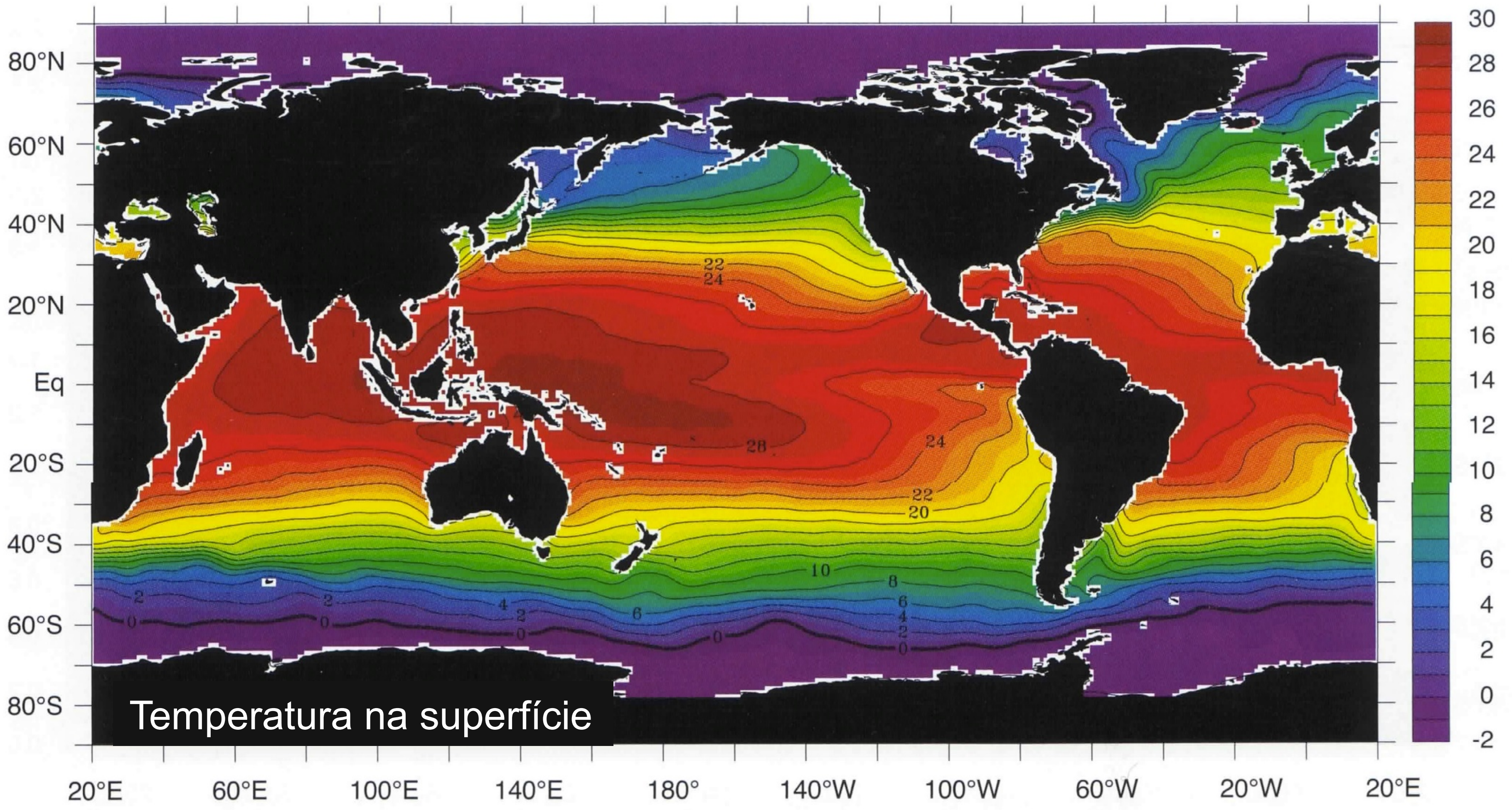


Onde dominam as diatomáceas ?

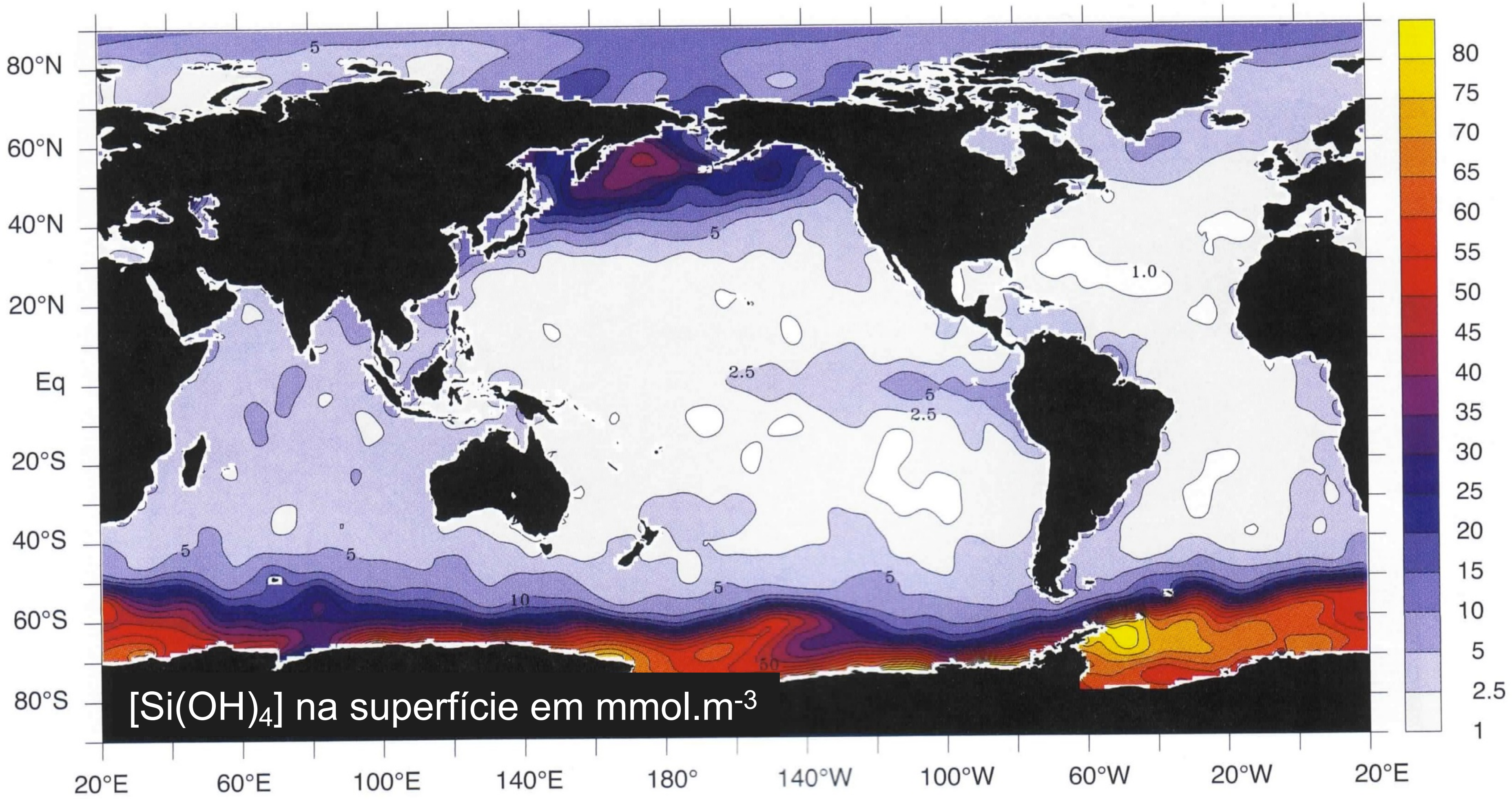
..onde tem mais nutrientes - “Produção Nova”
Contribuem com 40% da Produção Oceanica

> plataformas continentais
> zonas de ressurgência
> zonas costeiras estuarinas
> frentes oceânicas
> regiões polares

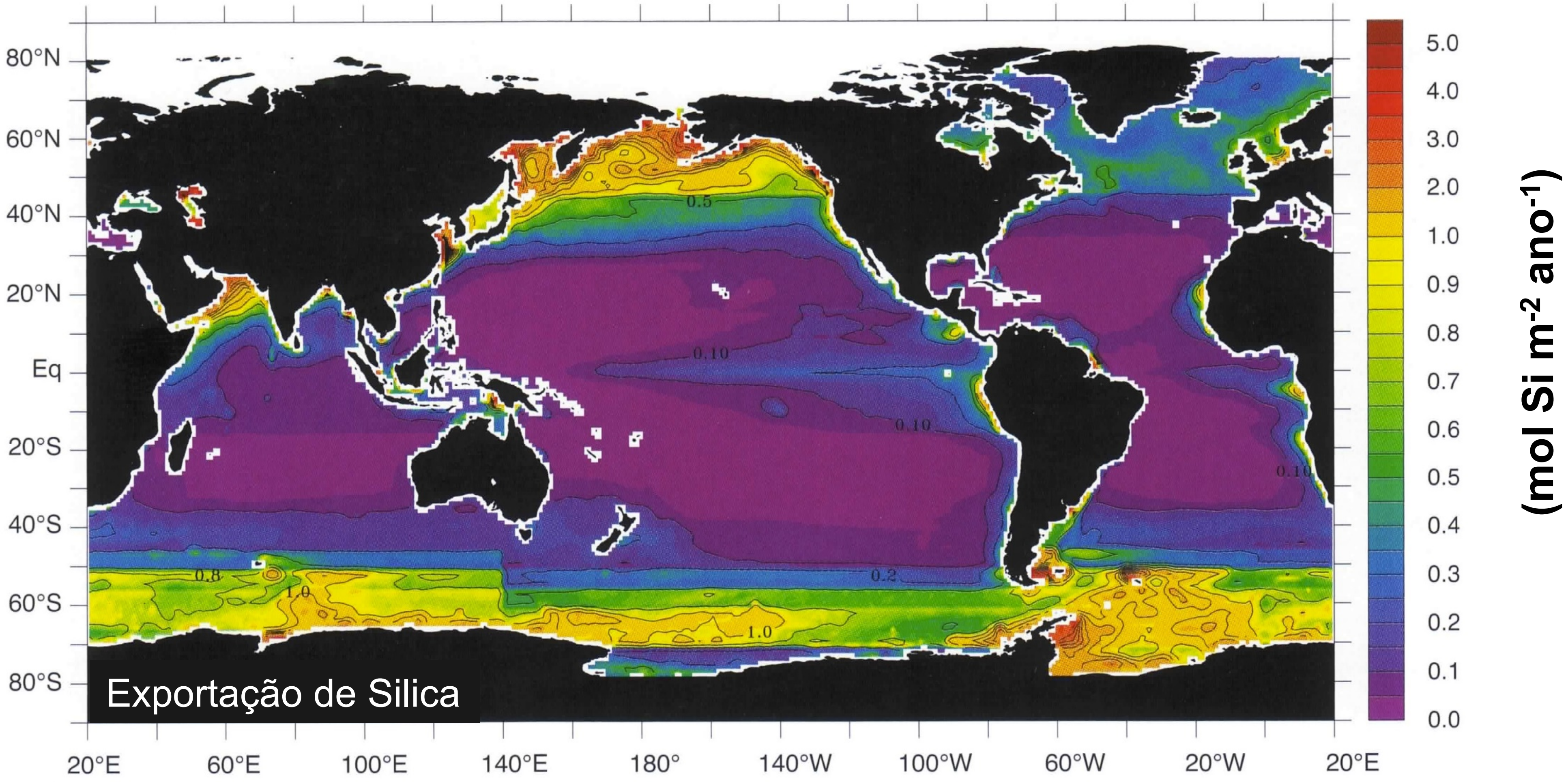
Diatomáceas dominam em águas frias ricas em nutrientes



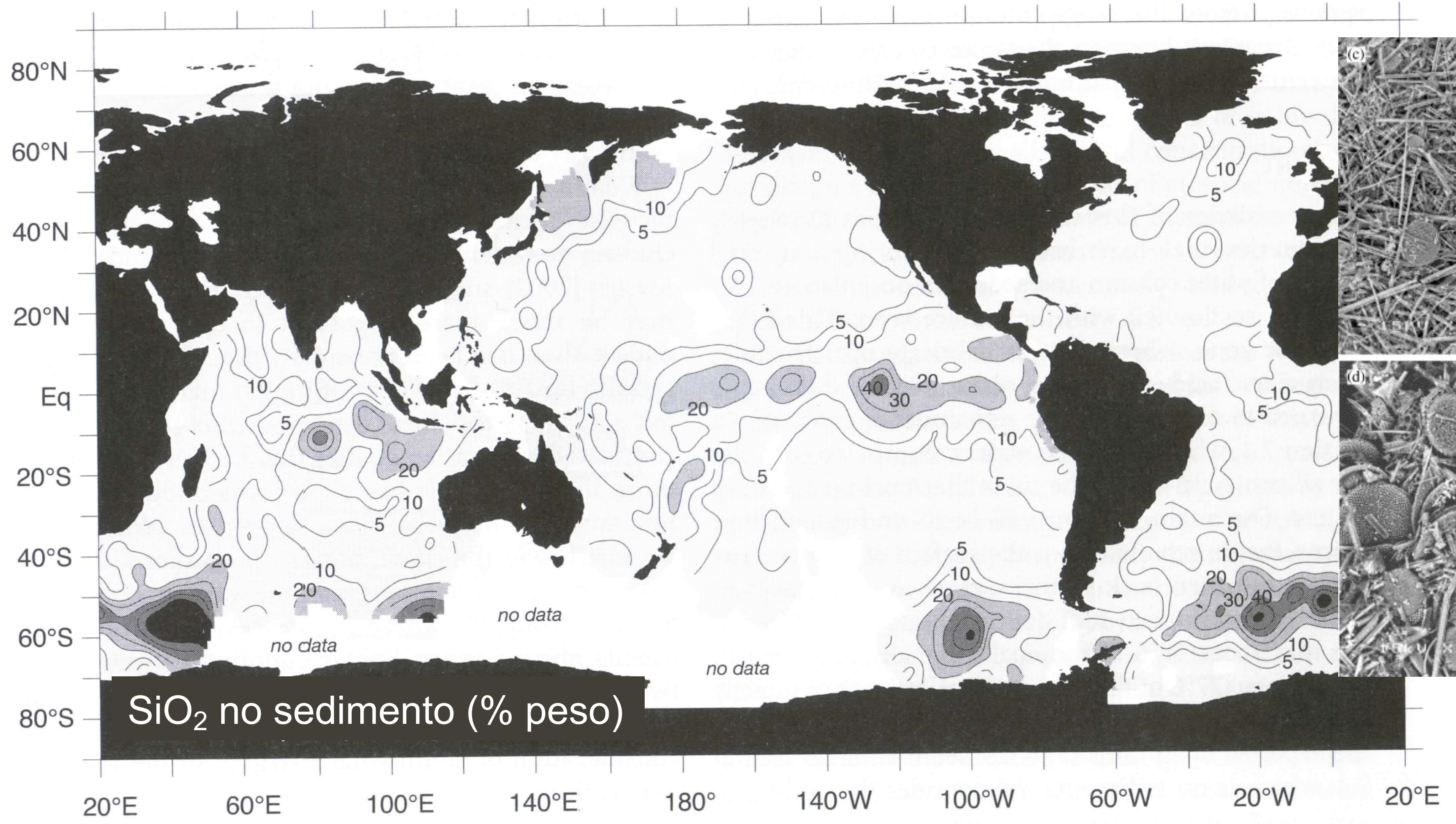
Papel das diatomáceas nos ciclos biogeoquímicos do Silício

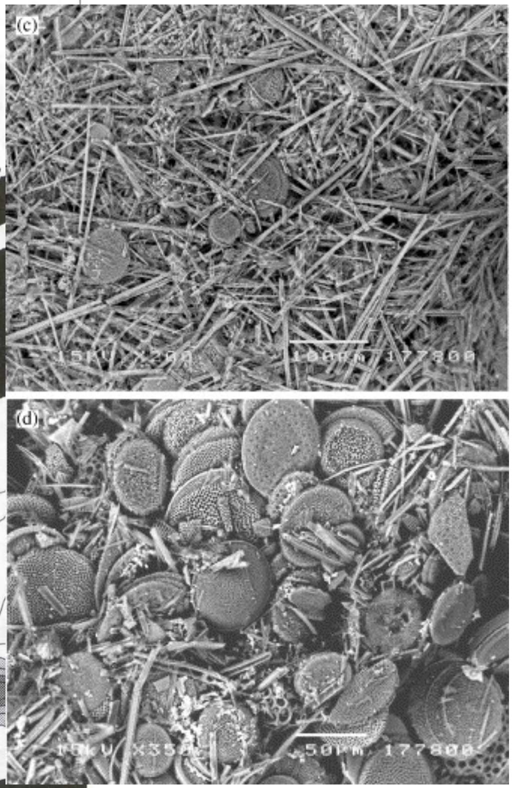


Papel das diatomáceas nos ciclos biogeoquímicos do Silício

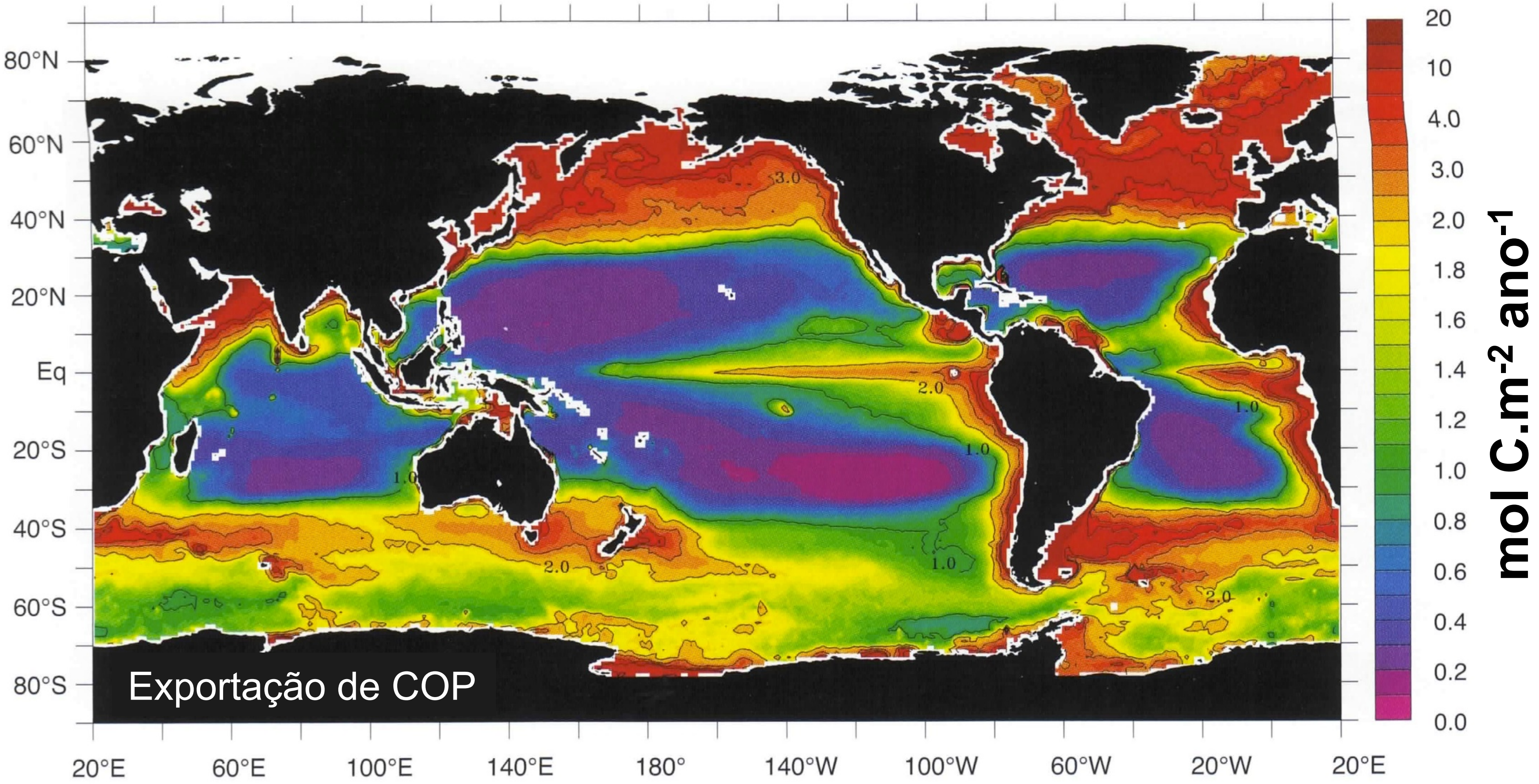


Papel das diatomáceas nos ciclos biogeoquímicos do Carbono e do Silício



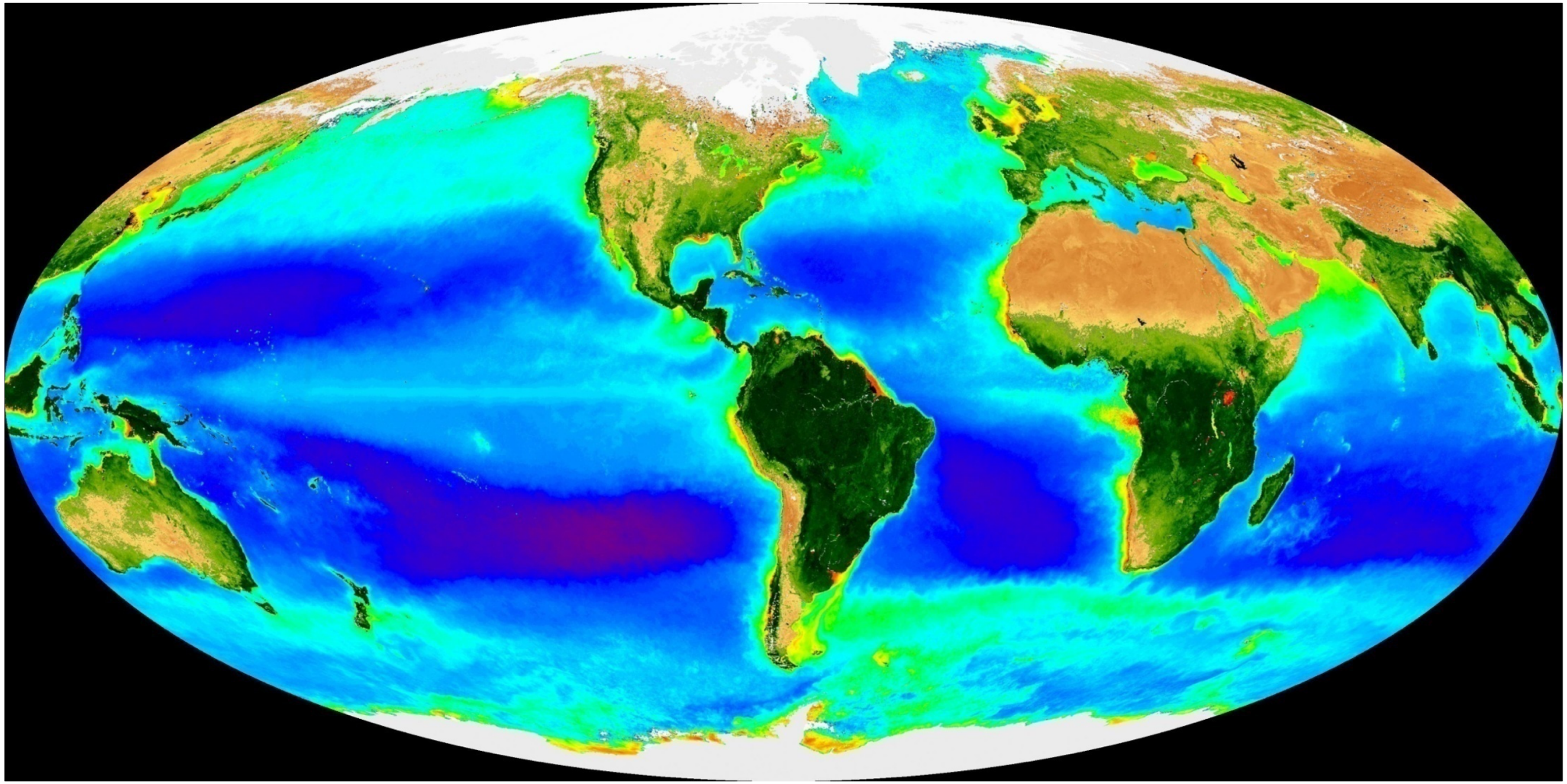


Papel das diatomáceas nos ciclos biogeoquímicos do Carbono



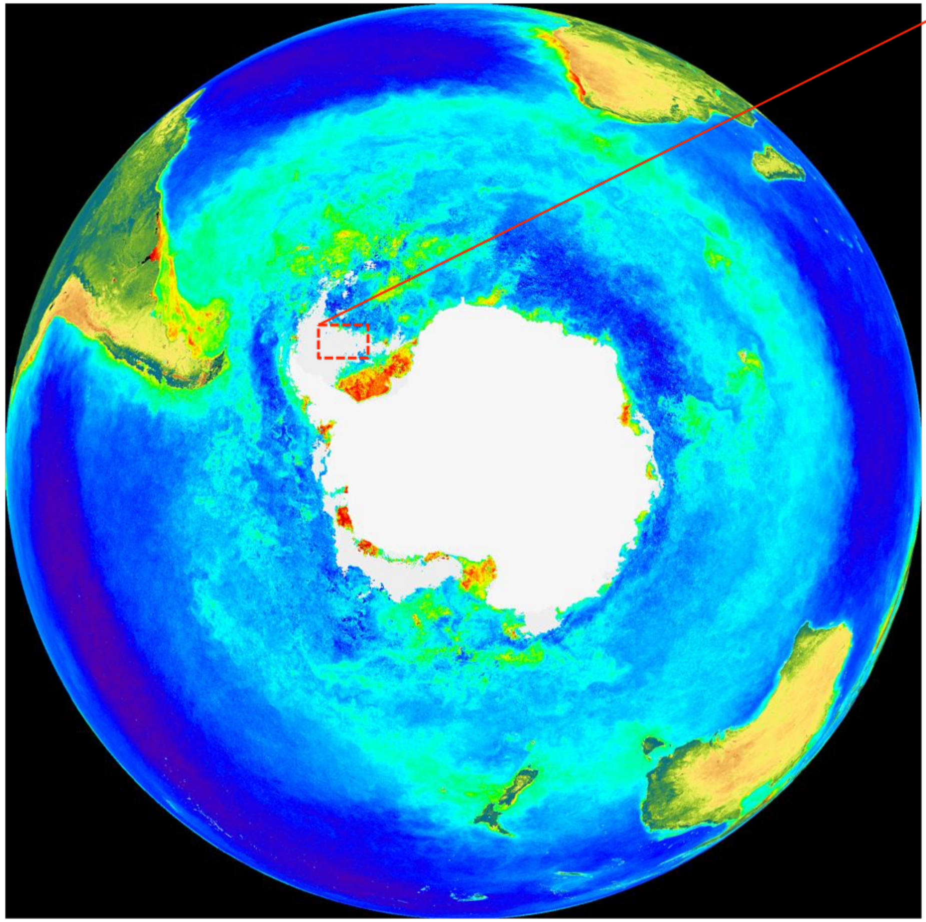
Diatomáceas dominam nos ecossistemas polares

Ártico
degêlo de
verão

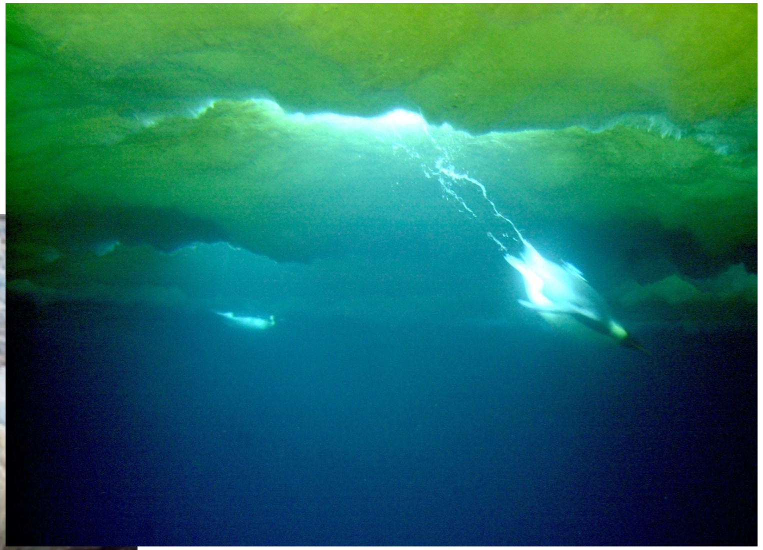


Antártico
degêlo de verão
16 milhões de
Km^2

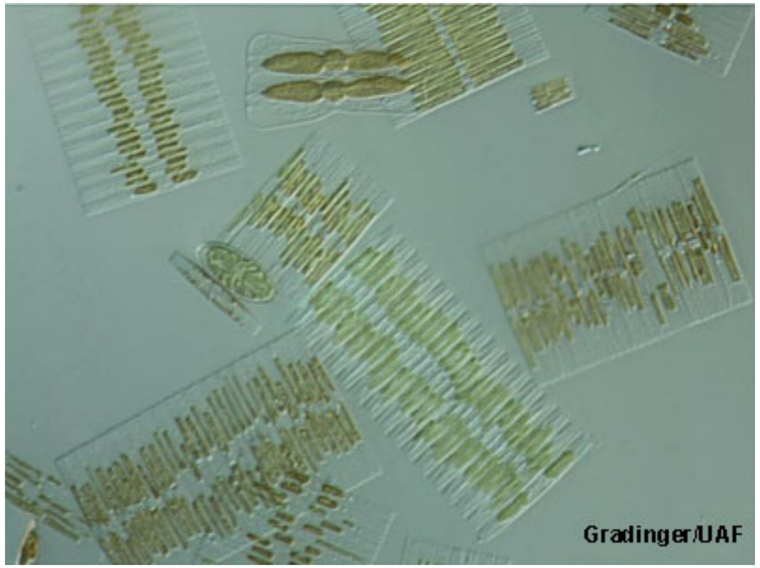
Antártica - O “cinturão verde”



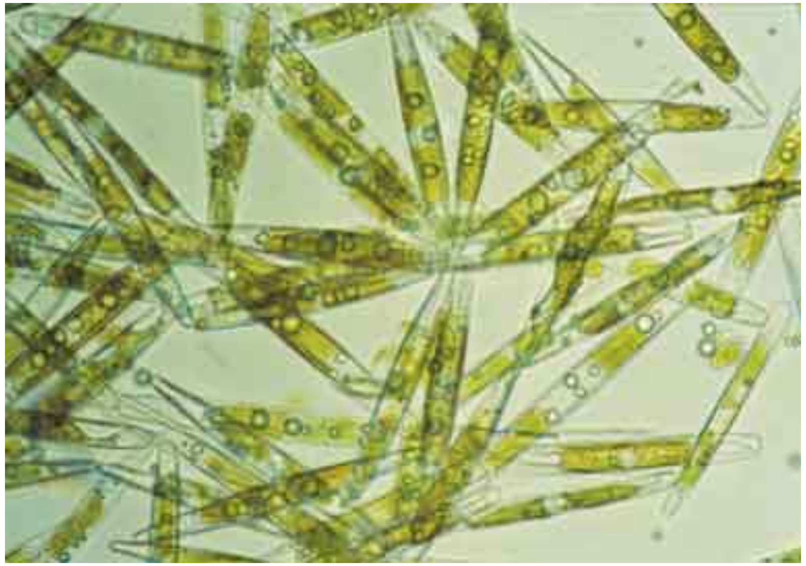
Diatomáceas do gelo (comunidade “epôntica”)



Diatomáceas do gelo (comunidade “epôntica”)

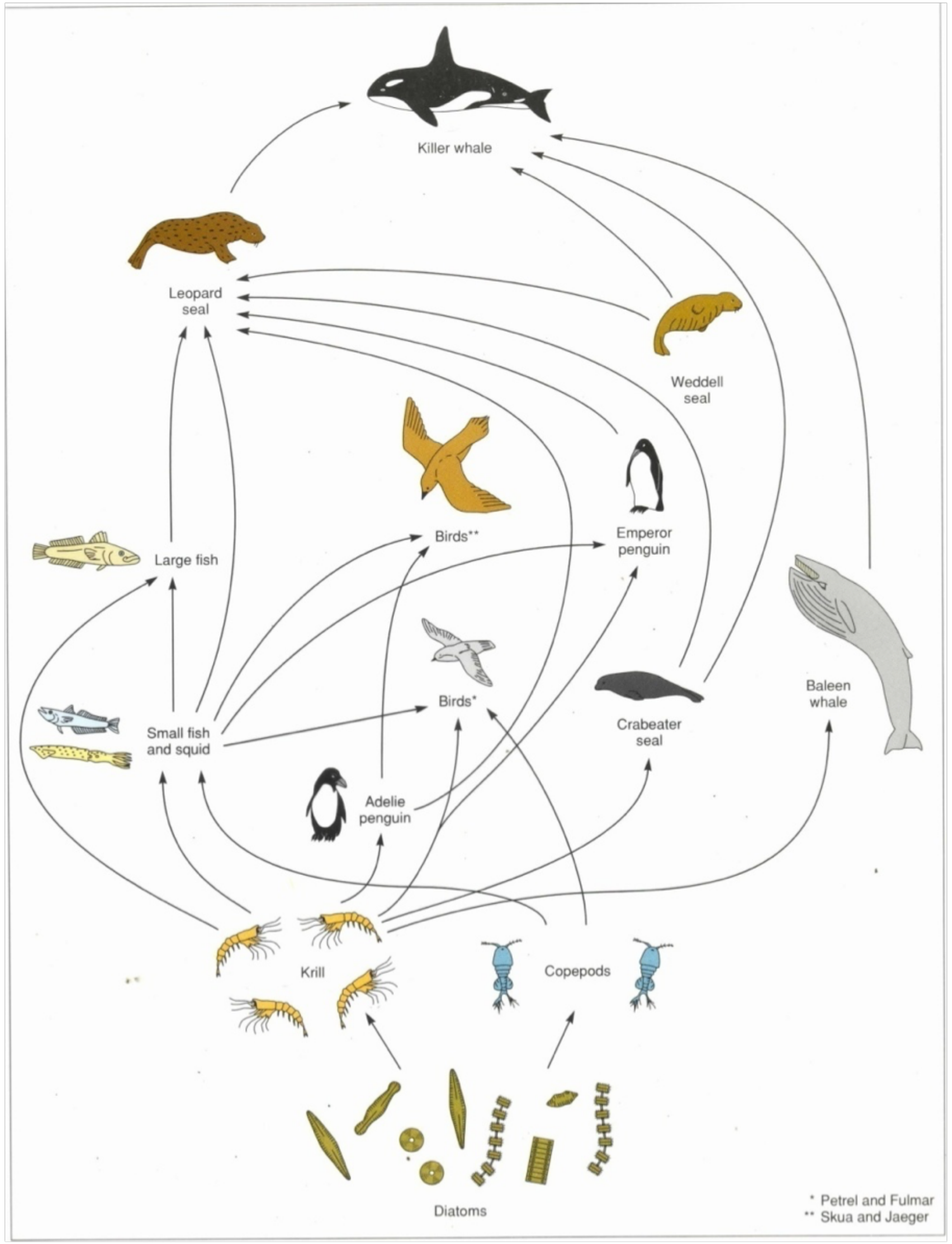


Fragilariopsis oceanica **(Artico)**

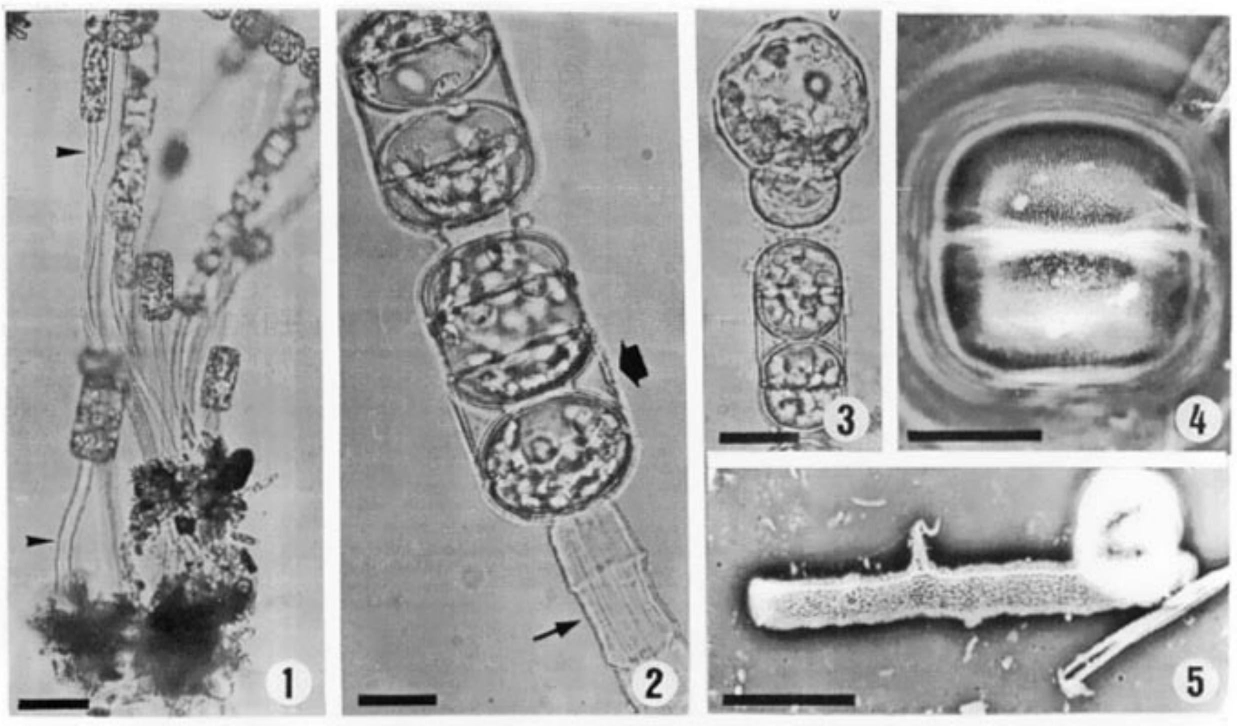


NItzschia stellata **(Antártico)**

Teia alimentar polar depende das diatomáceas do gêlo

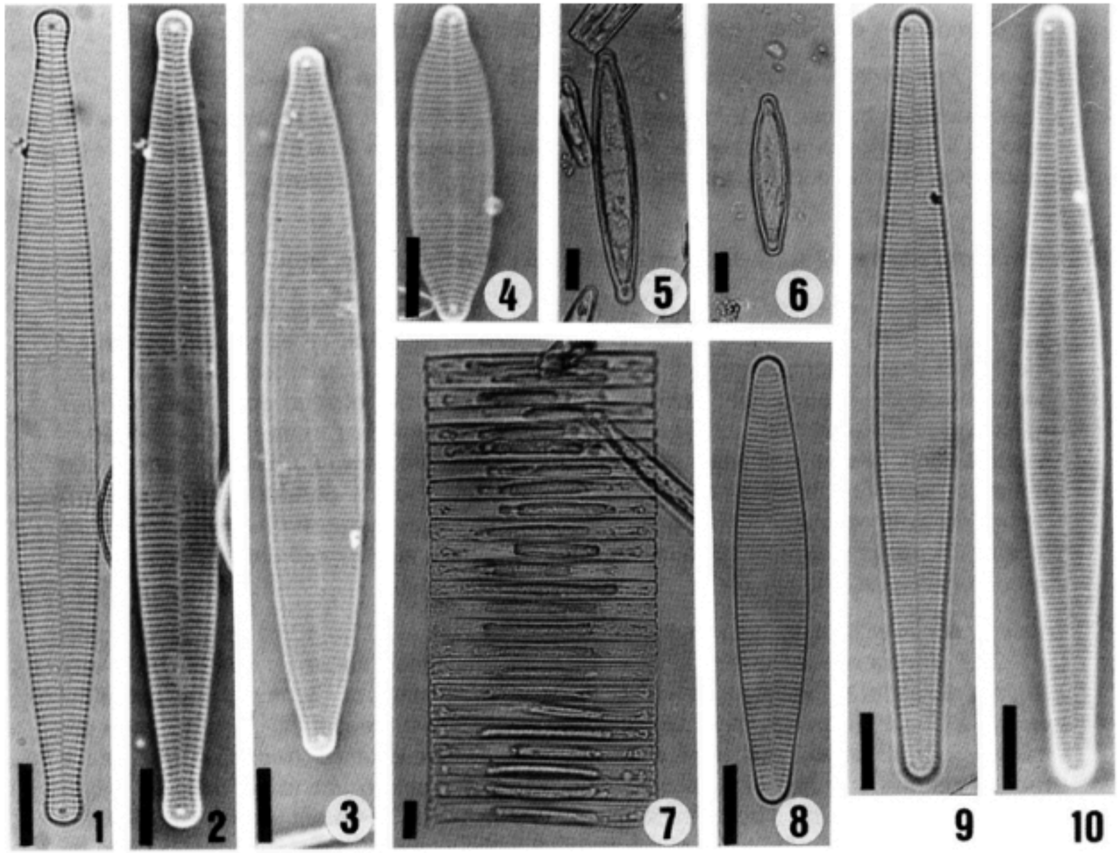


Melosira brandinii



Fernandes & Mosimann 2021
https://doi.org/10.1590/S1413-77392001000100001

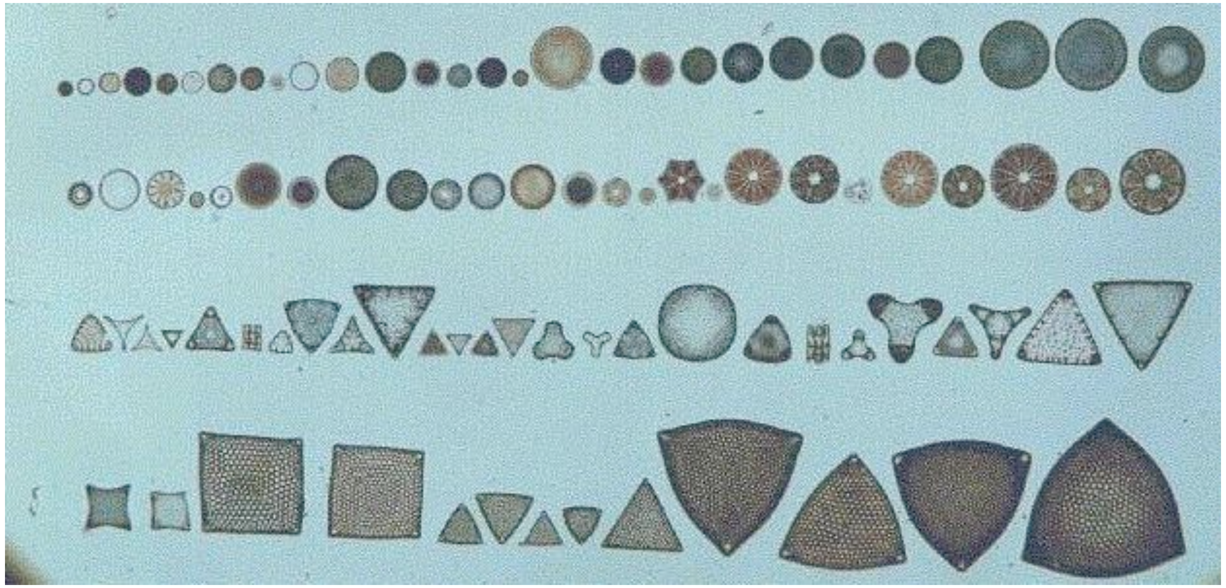
Brandinia mosimanniae

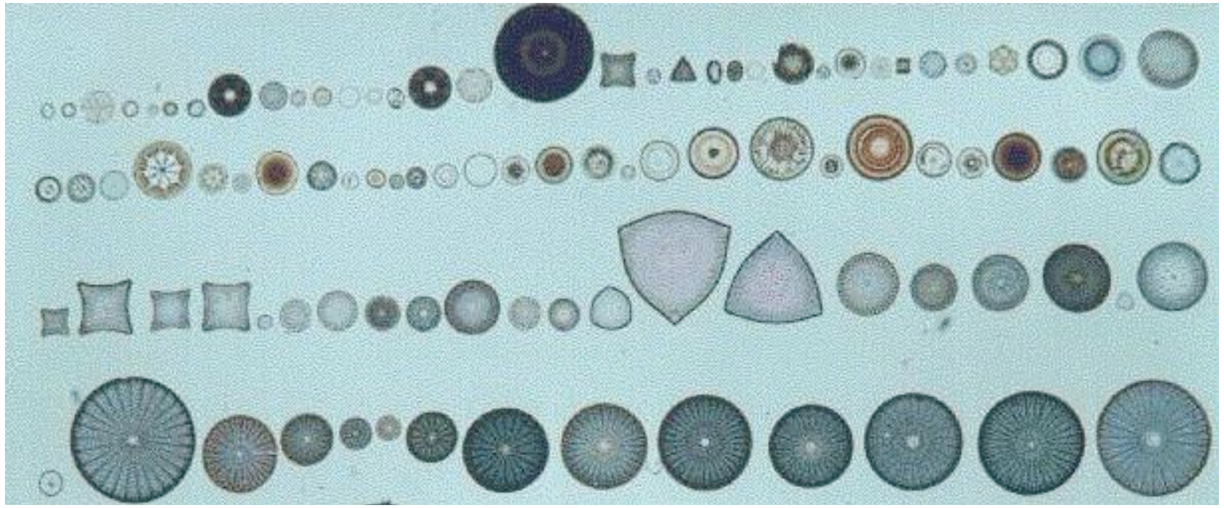


Figs 1–6. *Brandinia mosimanniae*, LM. **Figs 1–4.** Valve views of cleaned material. Note parallel opposite striae and the two rimoportulae at the apices. **Figs 5, 6.** Preserved material, valve views. **Figs 7–10.** *Fragilaria striatula*, LM. **Fig. 7.** Preserved material, girdle view of cells. Note large chloroplasts. **Figs 8–10.** Valve views. Note absence of expanded hyaline area in the central region. Scale bars = 10 µm.

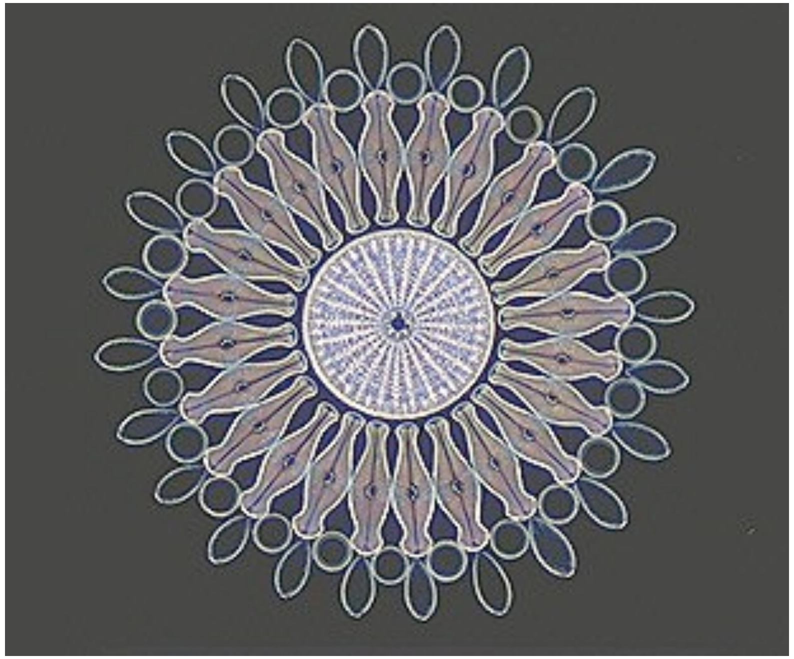
[Fernandes et al. 2007
10.1080/0269249X.2007.9705694]

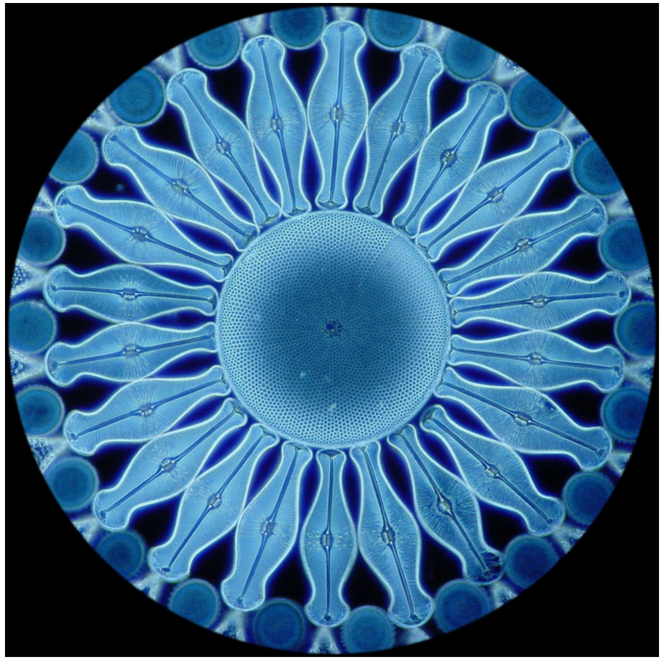
Colecionadores de diatomáceas





arte microscópica

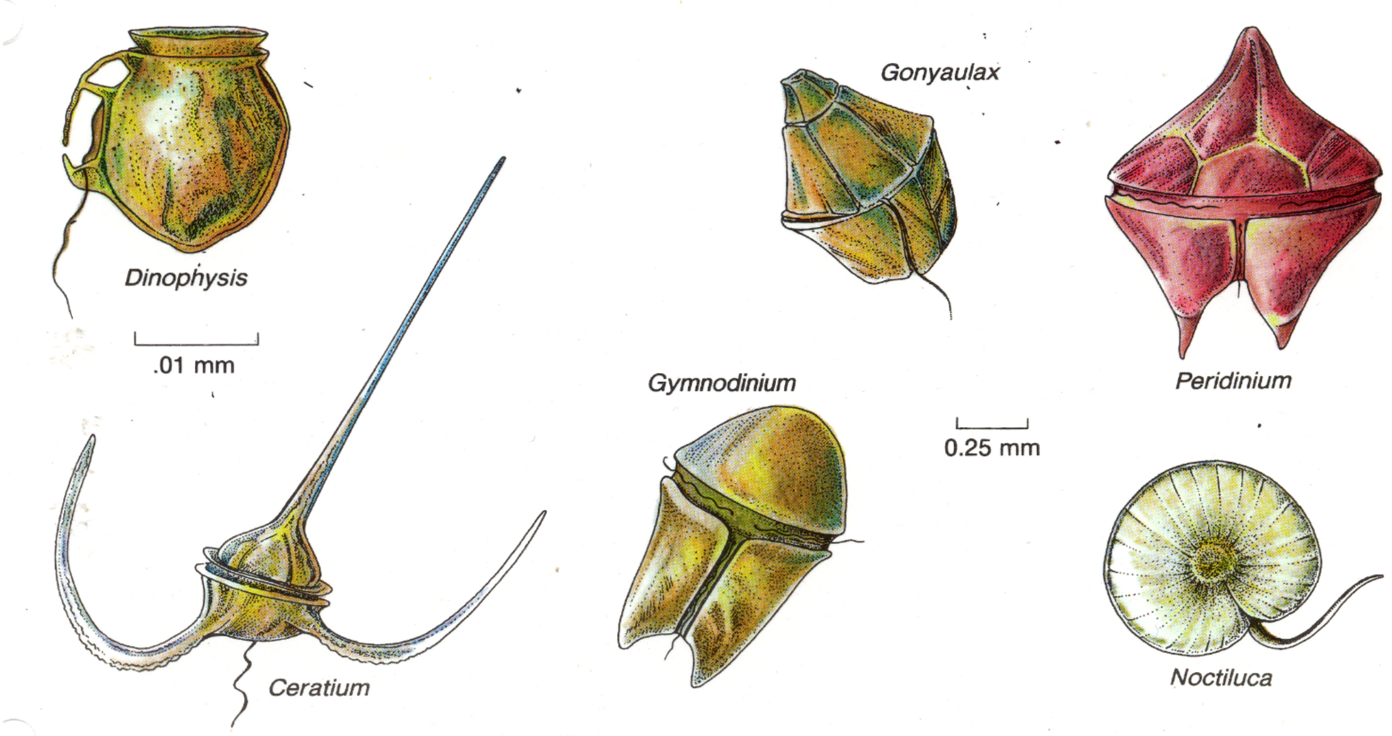




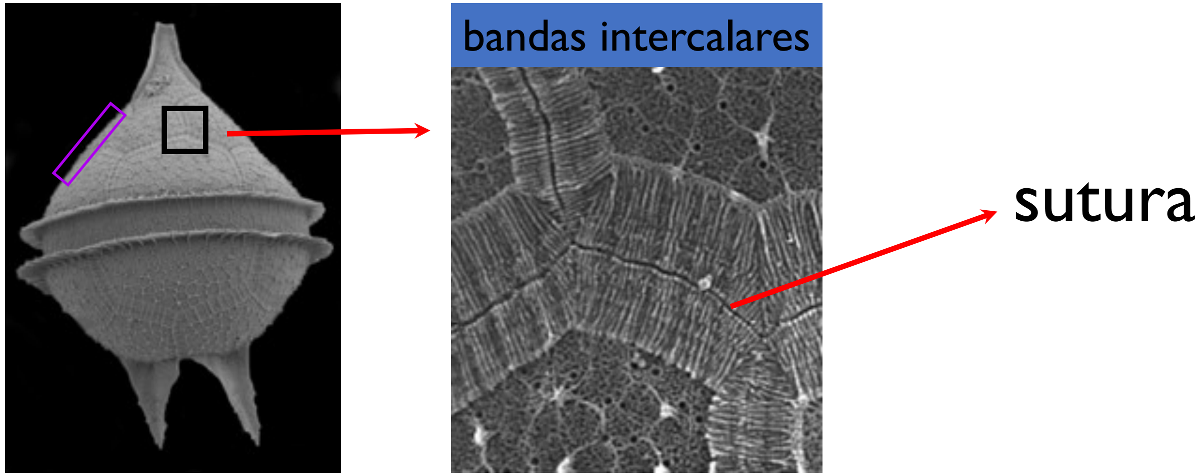
Dinoflagelados

Dinoflagelados

- Cerca de 8000 spp (2400 identificadas)
- Células biflageladas com 5 a 200 µm
- Nutrição diversificada além da fotossíntese (50% autótrofos)
- Fósseis são raros (cistos de resistencia)
- *Dinokaryon* – estrutura e metabolism nuclear diferenciado

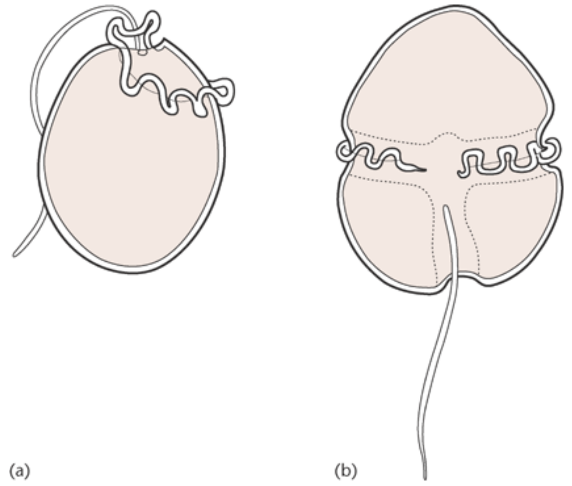


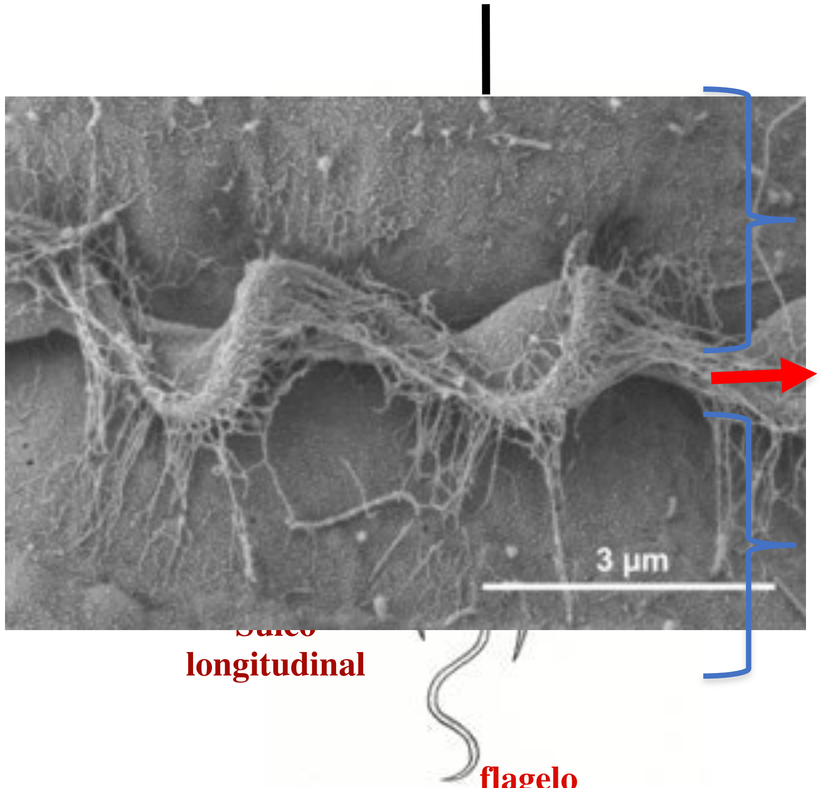
Parede celular (*anfiesma)* formada por placas celulósicas ornamentadas com poros, projeções e espinhos.



Nomenclatura básica dos componentes celulares dos dinoflagelados

Prorocentrum





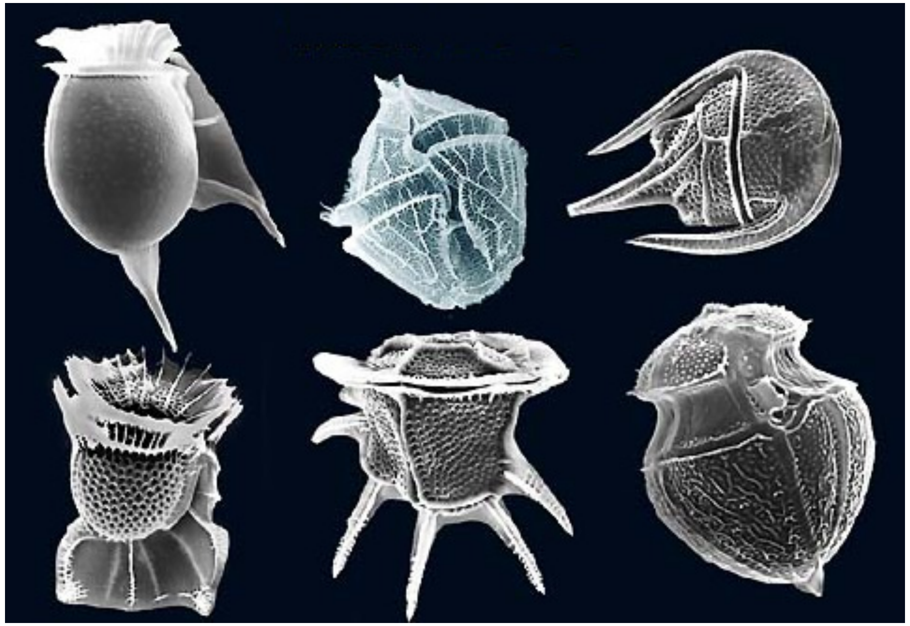
[*Protoperidinum* sp https://www.youtube.com/watch?v=8lXusmvqq2E#action=share](https://www.youtube.com/watch?v=8lXusmvqq2E#action=share)

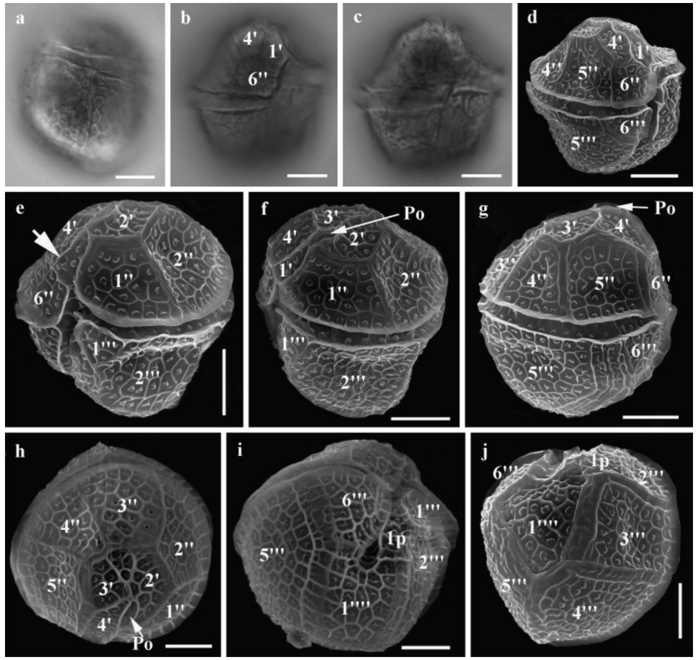
[*Goniaulax sinifera* https://www.youtube.com/watch?v=CADQiT_0UYw](https://www.youtube.com/watch?v=CADQiT_0UYw)

Os dinoflagelados tem dois tipos morfológicos

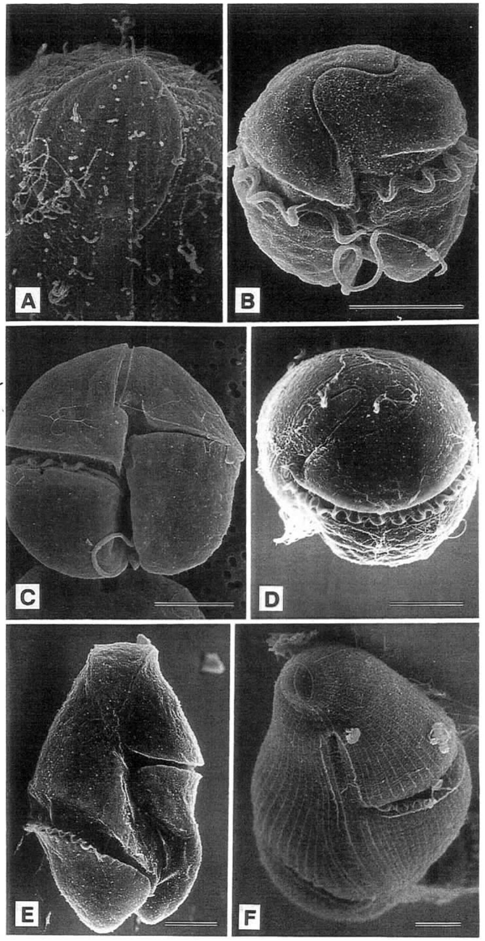
Tecados - carapaça com placas de celulose espessas

A organização das placas serve na identificação taxonômica

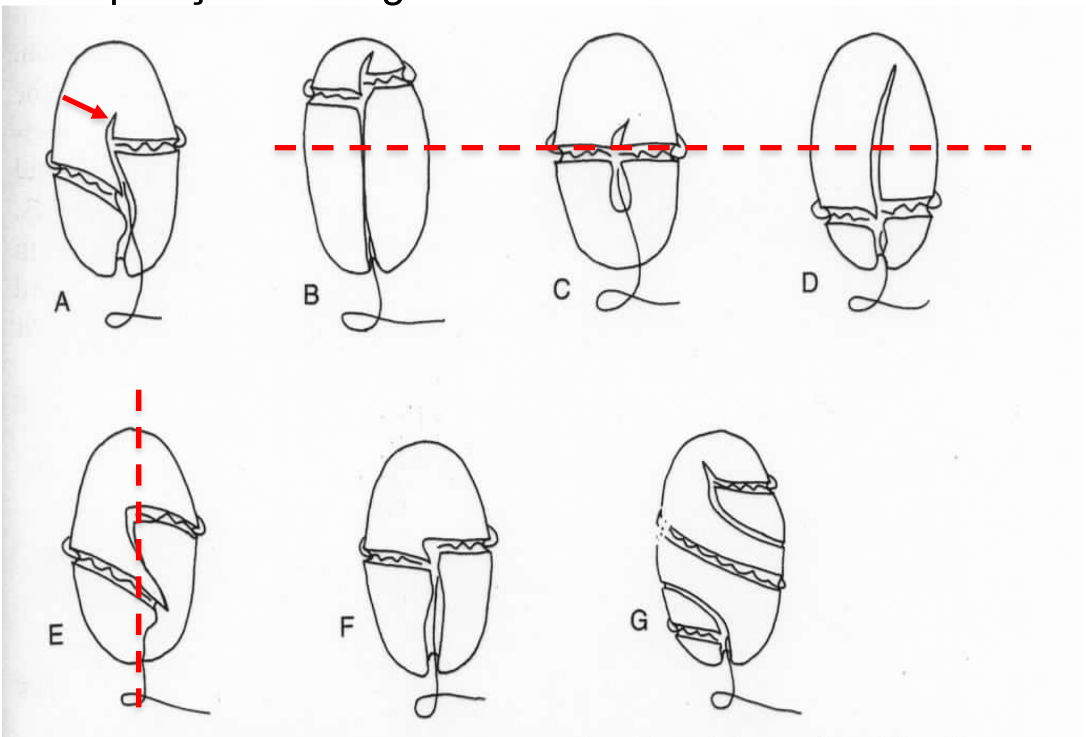




Atecados - placas de celulose ausentes ou finas



A disposição do cingulum é a base da taxonomia

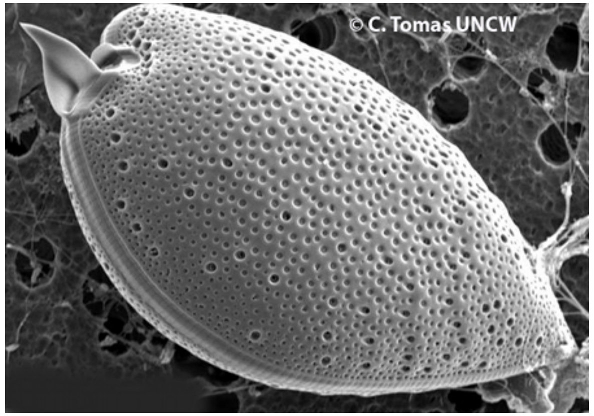


A) deslocado com intrusão sulcal na epiteca
B) pré mediano C) mediano D) pós-mediano E) *overhang*
F) deslocado sem intrusão sulcal G) torcido

Dinoflagelados são **mesocariotos** (?)

Organização nuclear exclusiva porquê.....

- ...têm mais DNA do que nos demais eucariotos
- ...12-400 cromossomos permanentemente condensados
- ...no gênero *Prorocentru*m a síntese de DNA é contínua como nos procariontes e nao apenas durante a divisão celular



Mais detalhes sobre a evolução do metabolismo nuclear dos dinoflagelados em file:///C:/Users/Arsenal%20Airsoft/Downloads/microorganisms-07-00245.pdf

Ciclo de vida de um dinoflagelado

reprodução assexuada

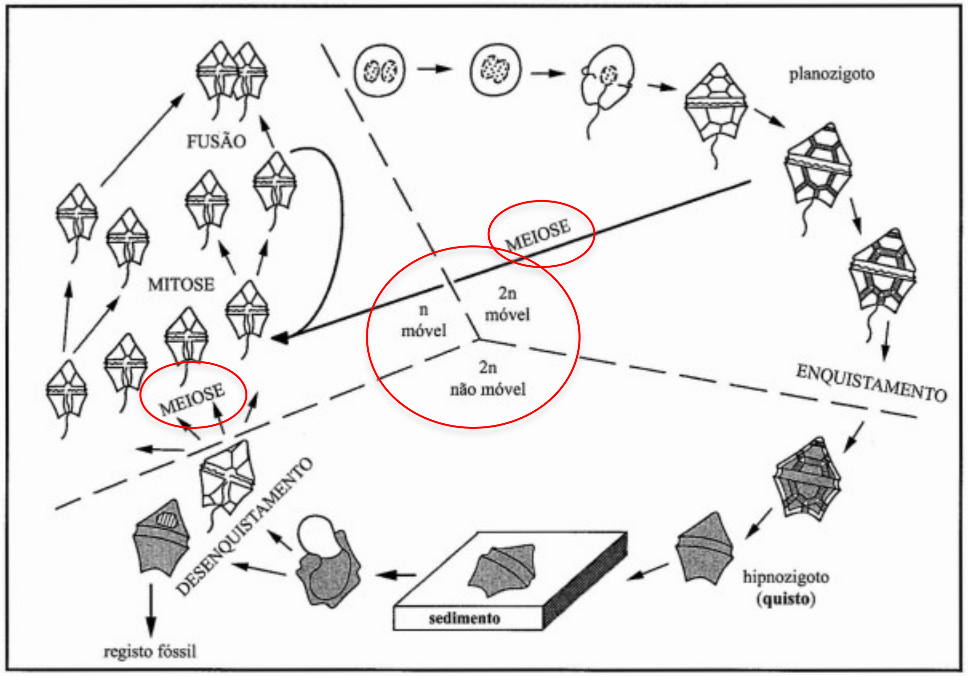


Figura 3 – Ciclo biológico completo dos dinoflagelados. Inclui reprodução assexuada, sexuada e formação do quisto (modificado de Evitt, 1985 *in* Fensome *et al.*, 1996).

reprodução sexuada

encistamento
= forma dormente

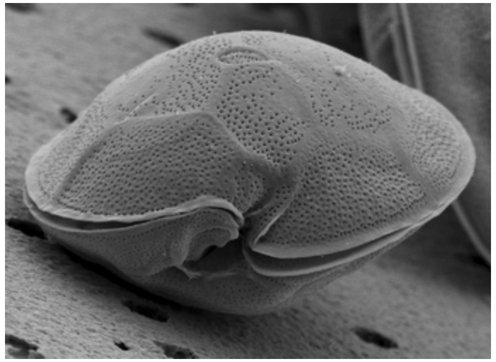
Referencia complementar: Nogueira Jr *et al.*, in press (p46-48)

Importância Ambiental dos dinoflagelados
Produção de toxinas e formação de “marés vermelhas”

Maré vermelha https://www.youtube.com/watch?v=WnbtVFvZcqA

Toxinas mais comuns produzidas por dinoflagelados

Ciguatera - se acumula em peixes recifais de regiões tropicais (náuseas, vómitos, diarreia e dor abdominal, dor de dente) e as neurológicas (parestesias, sabor metálico na boca, tremor, salivação, visão turva, sensibilidade táctil)

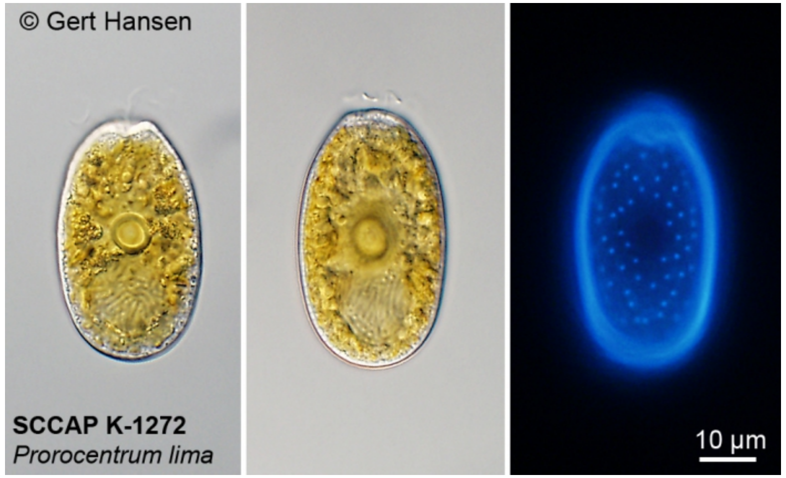


Gambierdiscus toxicus

Referencia complementar: Barbieri E 2009 (pdf no GD)

Toxinas mais comuns produzidas por dinoflagelados

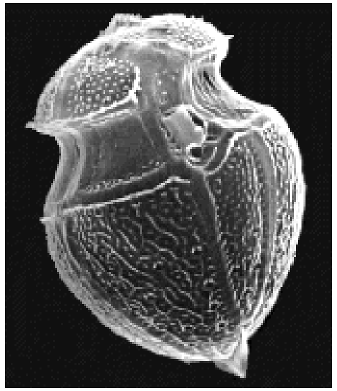
Ácido okadaico - diarréia após consumo de mariscos em regiões temperadas

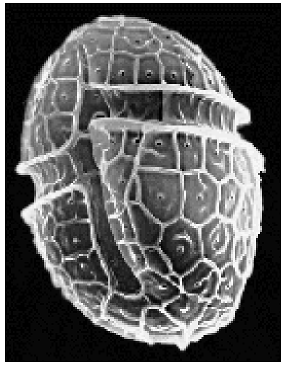


Prorocentrum lima

Toxinas mais comuns produzidas por dinoflagelados

Gonyaulax, *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Pyrodinium*

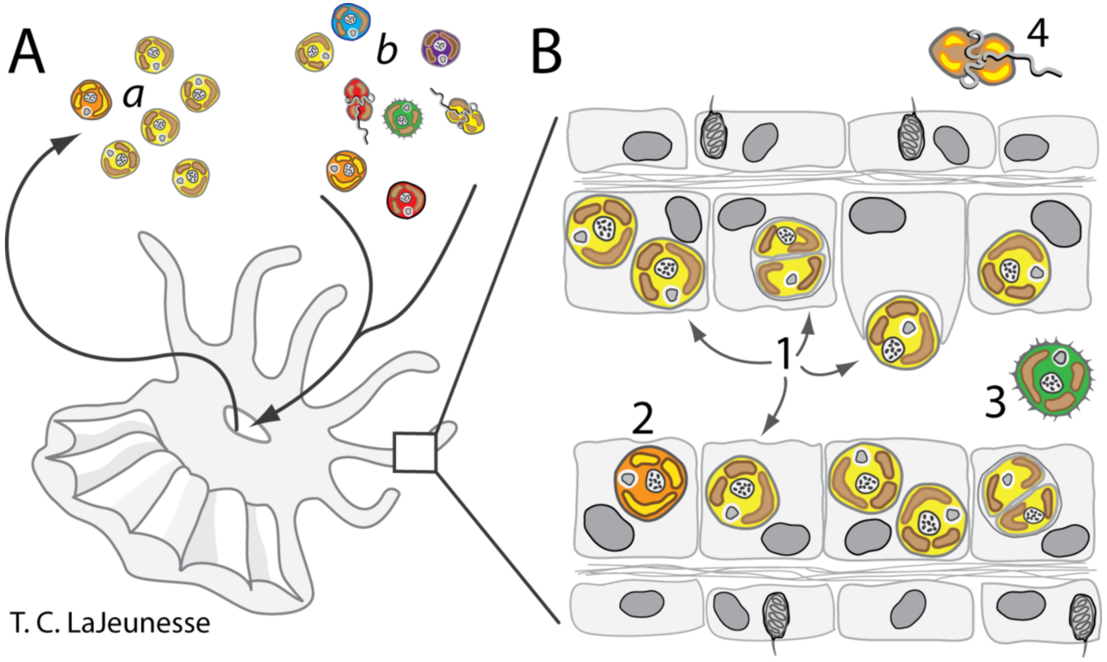




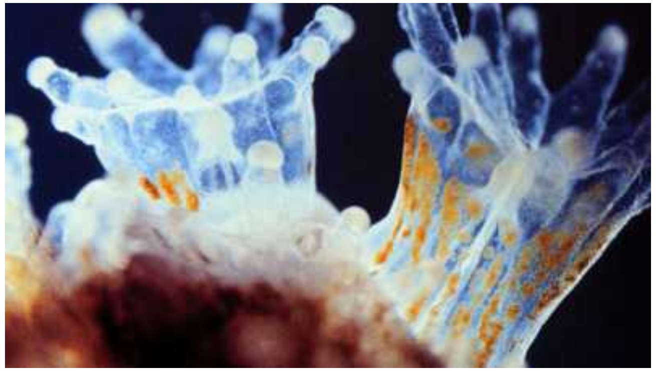
Saxitoxina - neurotoxina 1.000 x mais potente do que o gás sarin e 100.000 x mais potente do que a cocaina*

* Kao C.Y. & Nishiyama A. 1965. Actions of saxitoxin on peripheral neuromuscular systems. J Physiology 180, pp50-66 (https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1113/jphysiol.1965.sp007688

O gênero *Simbiodinium* - simbiose com corais (as “zooxantelas”)

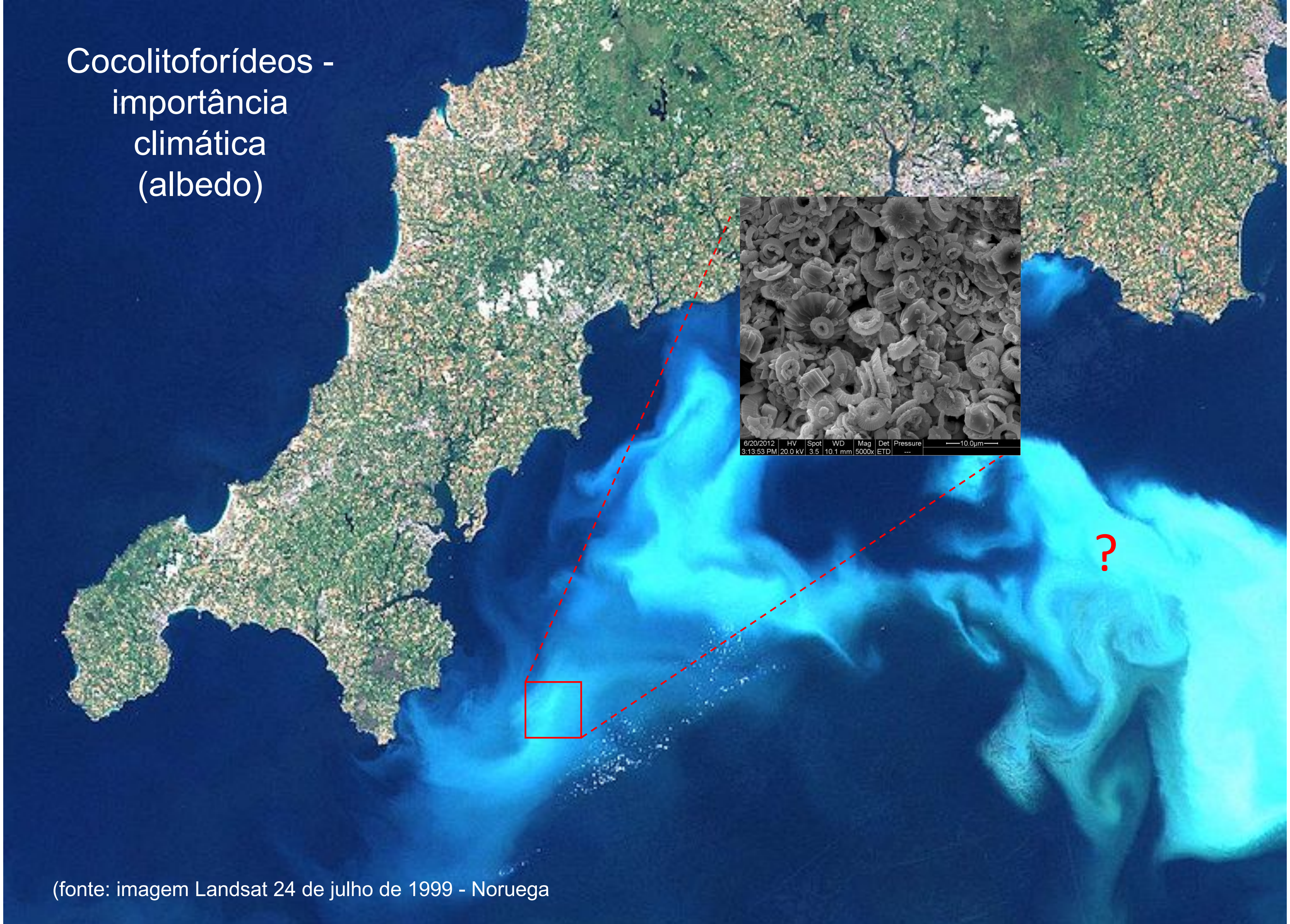


ı. 4. *Acropora valida* and *Pocillopora damicornis*. Images of normally pig-



VTS_01_3.VOB
07:25s

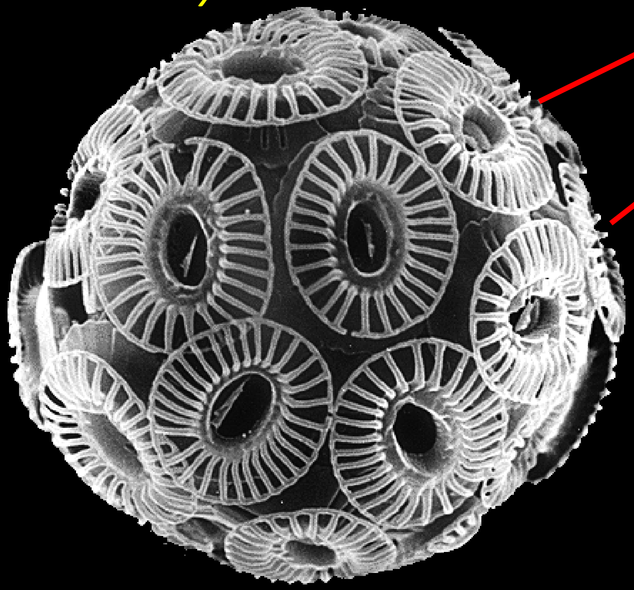
Cocolitoforideos
“corais” planctônicos


Cocolitoforídeos - importância climática (albedo)
6/20/2012 3:13:53 PM
HV 20.0 kV
Spot 3.5
WD 10.1 mm
Mag 5000x
Det ETD
Pressure ---
10.0µm
?
(fonte: imagem Landsat 24 de julho de 1999 - Noruega

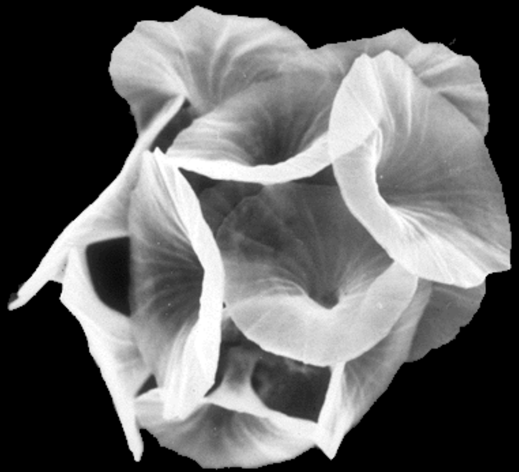
Cocolitoforídeos - fitoplâncton calcáreo

cocólitos de $CaCO_3$

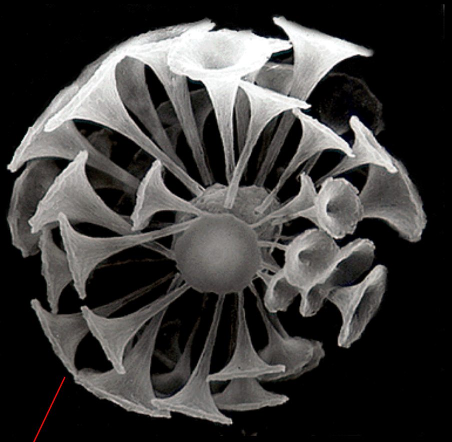
Emiliana huxleyi



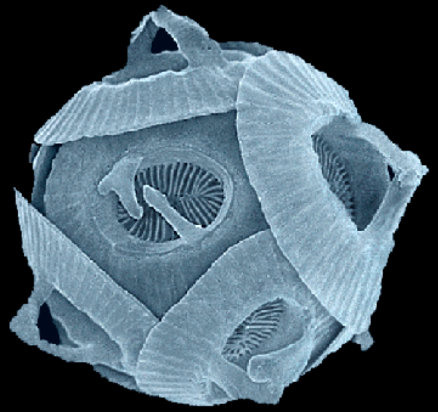
Cocolitoforídeos - fitoplâncton calcáreocc



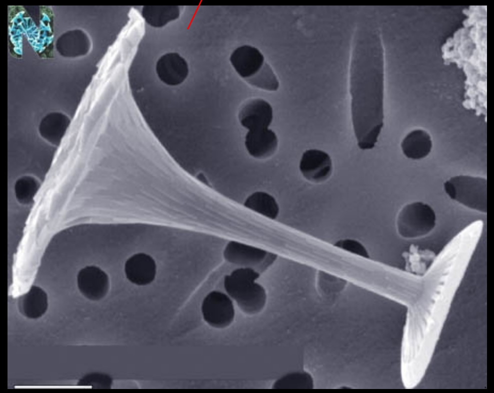
Umbellosphera sp



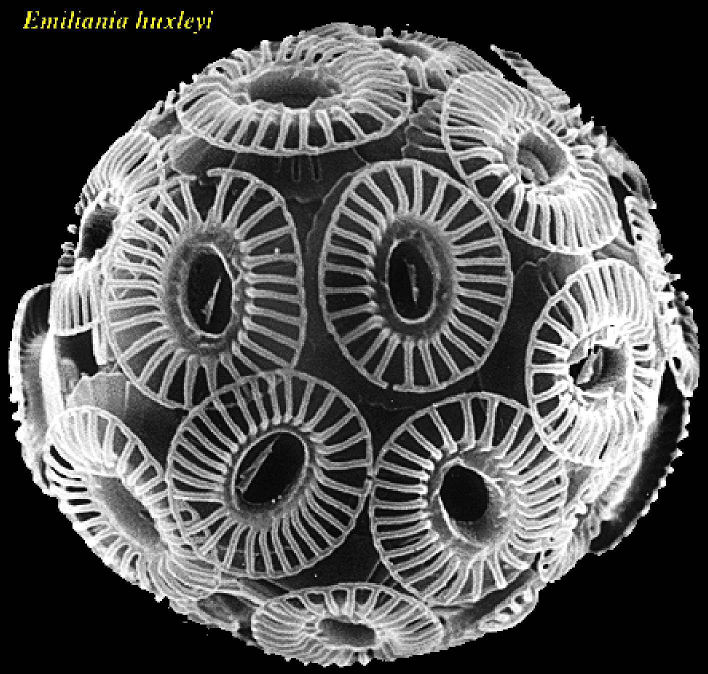
Discosphera tubifera



Gephrirocapsa sp

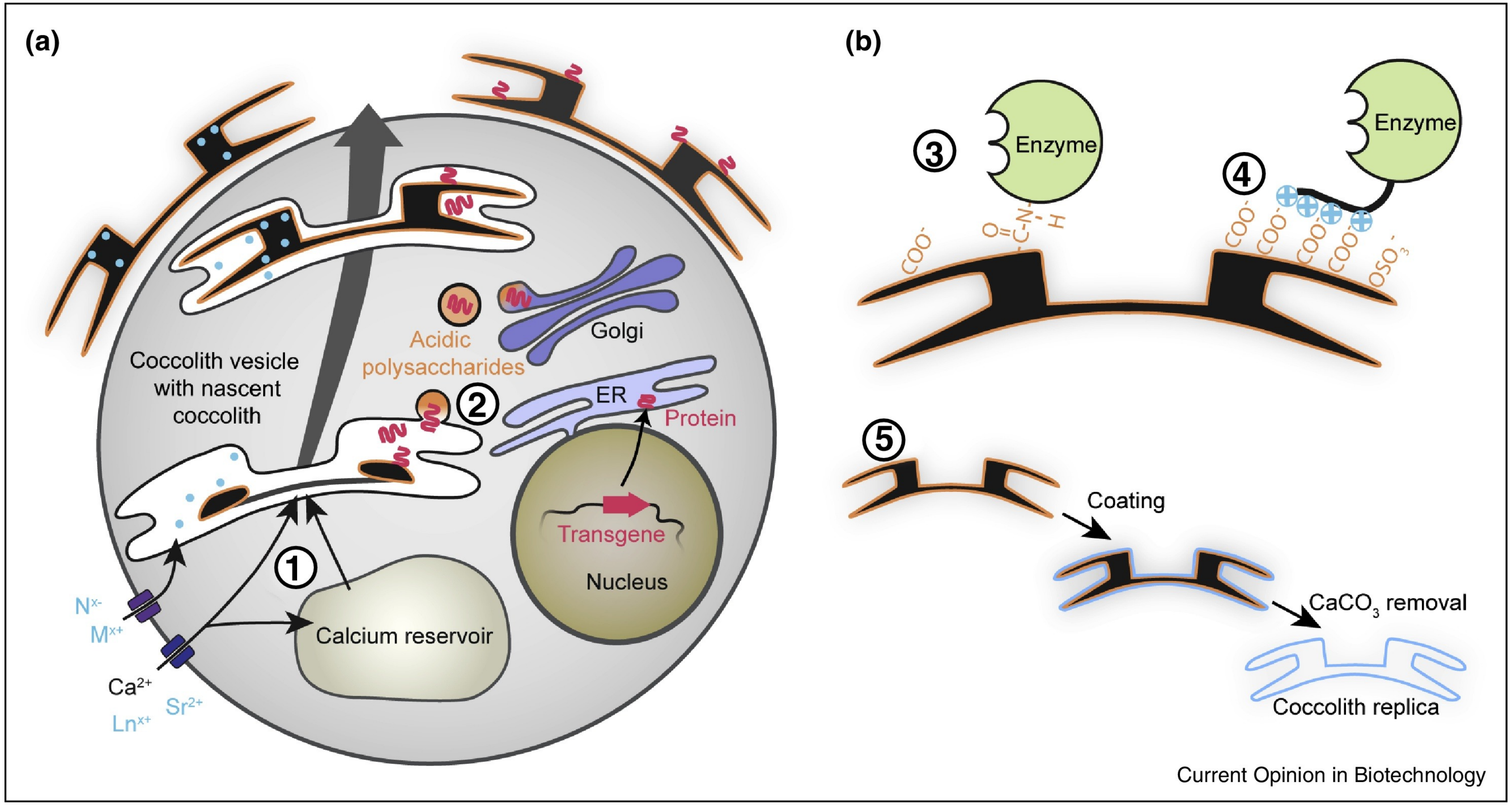


Emiliana huxleyi – a espécie mais cosmopolita



- Distribuição global
- Alta capacidade de calcificação - produz 1 cocólito por hora
- Alta razão S/V - 19m^2 g-1
- Duas fases do ciclo reprodutivo - diploides calcificadas e haplóides biflagelados

Etapas bioquímicas da formação intracelular de um cocólito



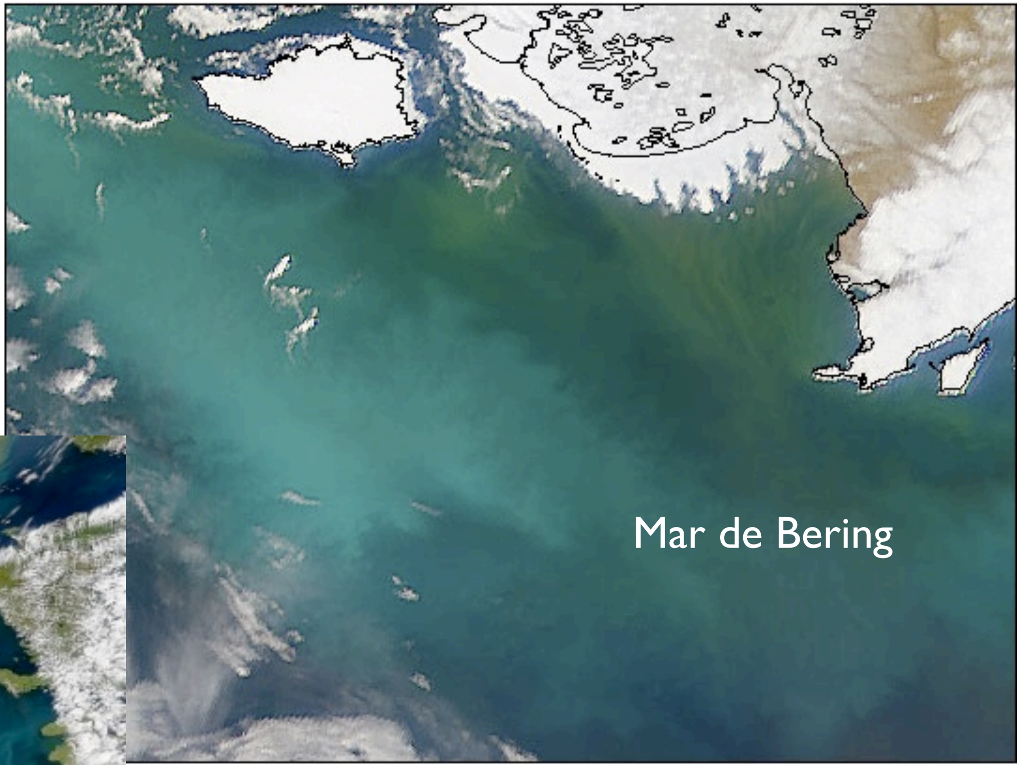
VTS_01_3.VOB
03:22s

(1) Absorção dos elementos químicos do meio, incluindo Ca^{++}

(2) Manipulação genética permite a incorporação de proteínas nos cocólitos (p.ex. enzymes)

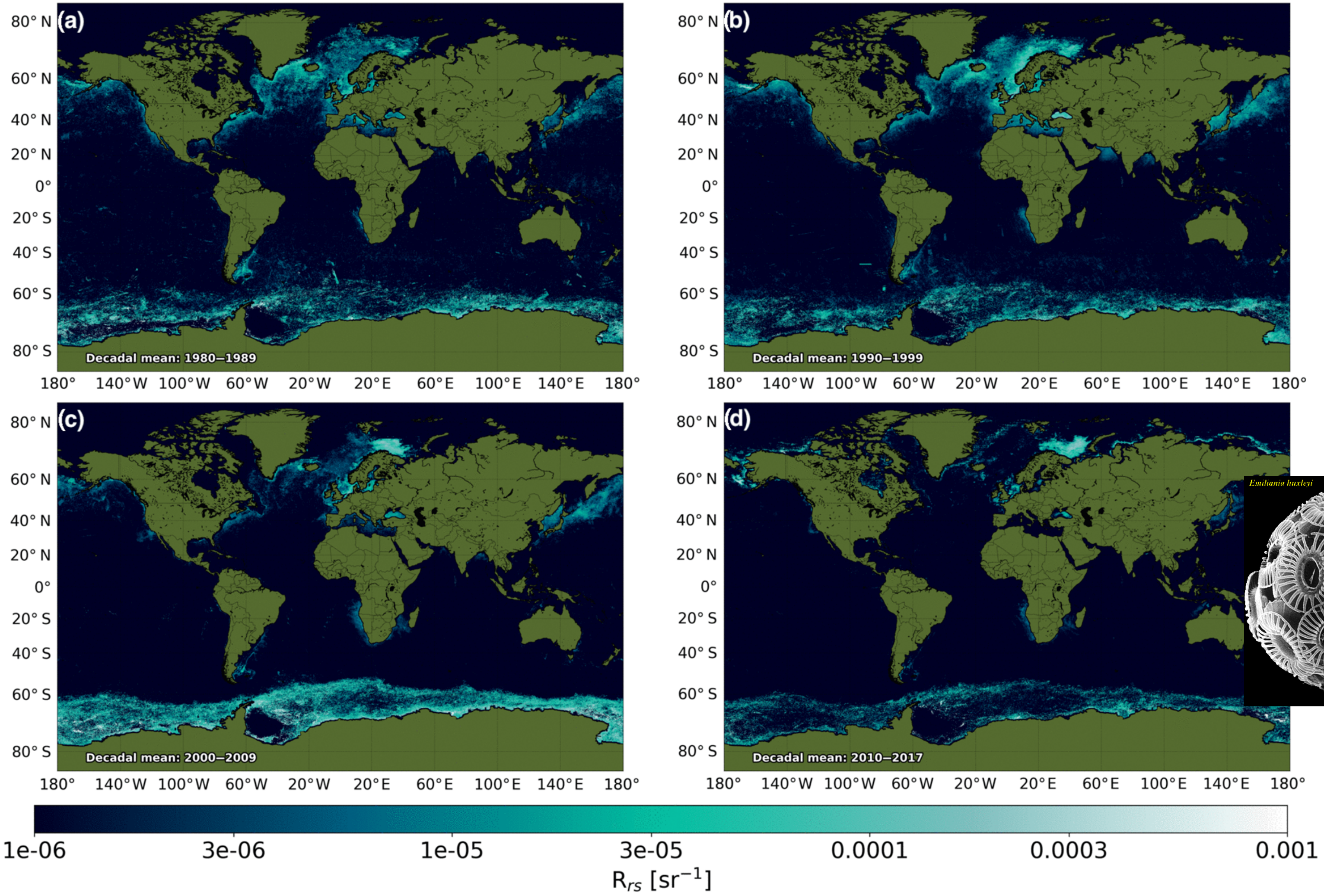
Skeffington & Scheffel, 2018
https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.07.013

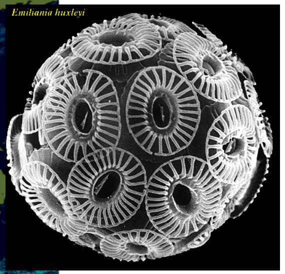
Cocolitoforídeos - importância climática



> reflexão da radiação solar
> sedimentação de $CaCO_3$

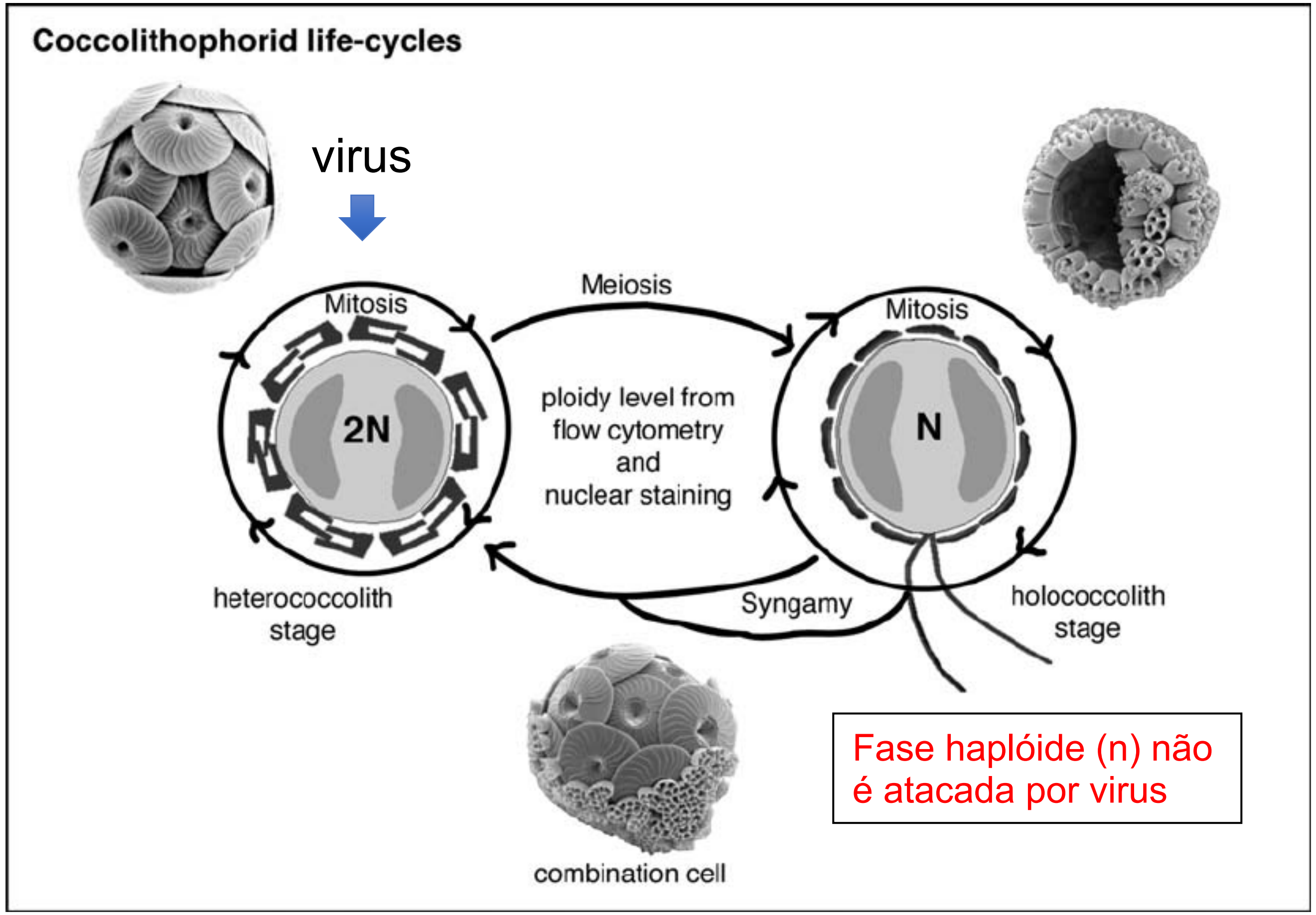
Variação decadal dos blooms de cocolitoforideos nos oceanos





(fonte: imagem Landsat 24 de julho de 1999 - Noruega

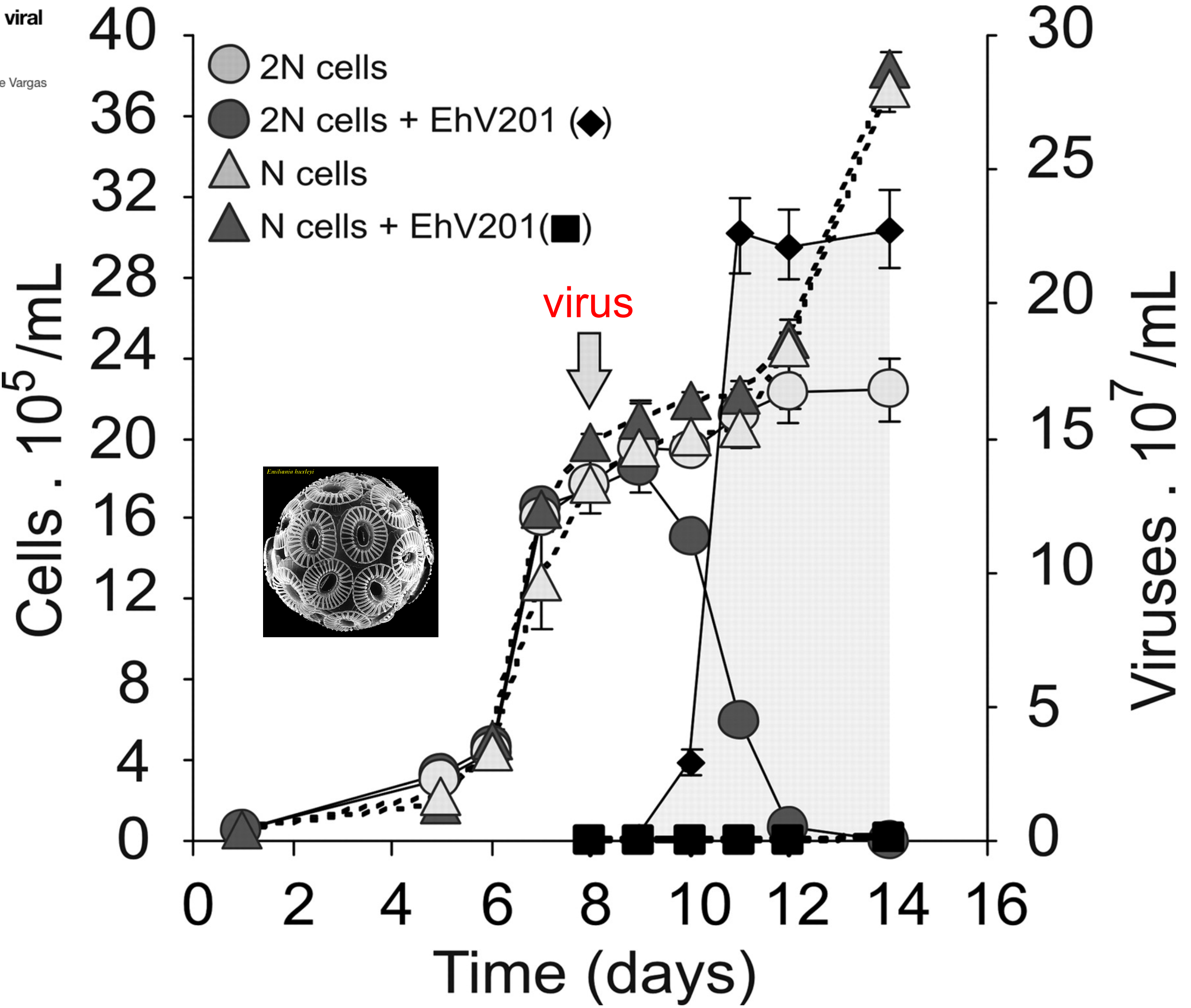
Ciclo de vida de um cocolitoforídeos (diplobionte)



The “Cheshire Cat” escape strategy of the coccolithophore *Emiliania huxleyi* in response to viral infection

Miguel Frada, Ian Probert, Michael J. Allen, William H. Wilson, and Colomban de Vargas
+ See all authors and affiliations

PNAS October 14, 2008 105 (41) 15944-15949; https://doi.org/10.1073/pnas.0807707105



Fonte Frada et al 2008 - https://doi.org/10.1073/pnas.0807707105

Impacto ambiental dos blooms de cocolitoforídeos

➔ Ciclo do Carbono ➔ efeito de curto e de longo prazo

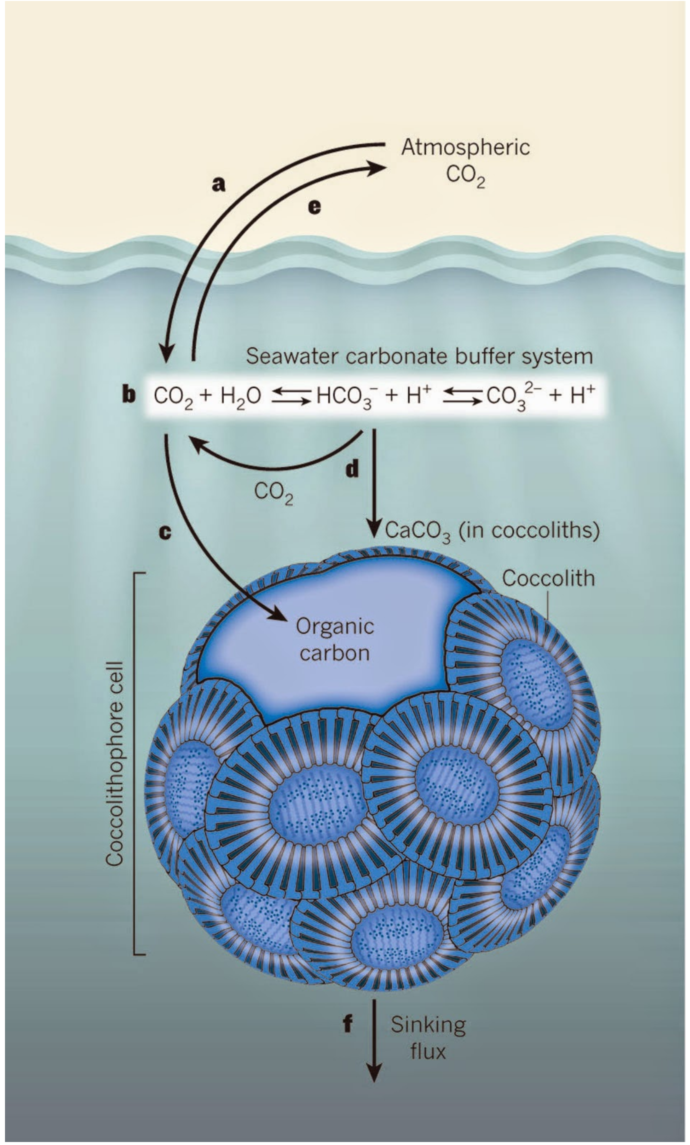
A fixação de $CaCO_3$ requer a absorção de de Ca e CO_2 (sob a forma de Bicarbonato) através da reação

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \longleftrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

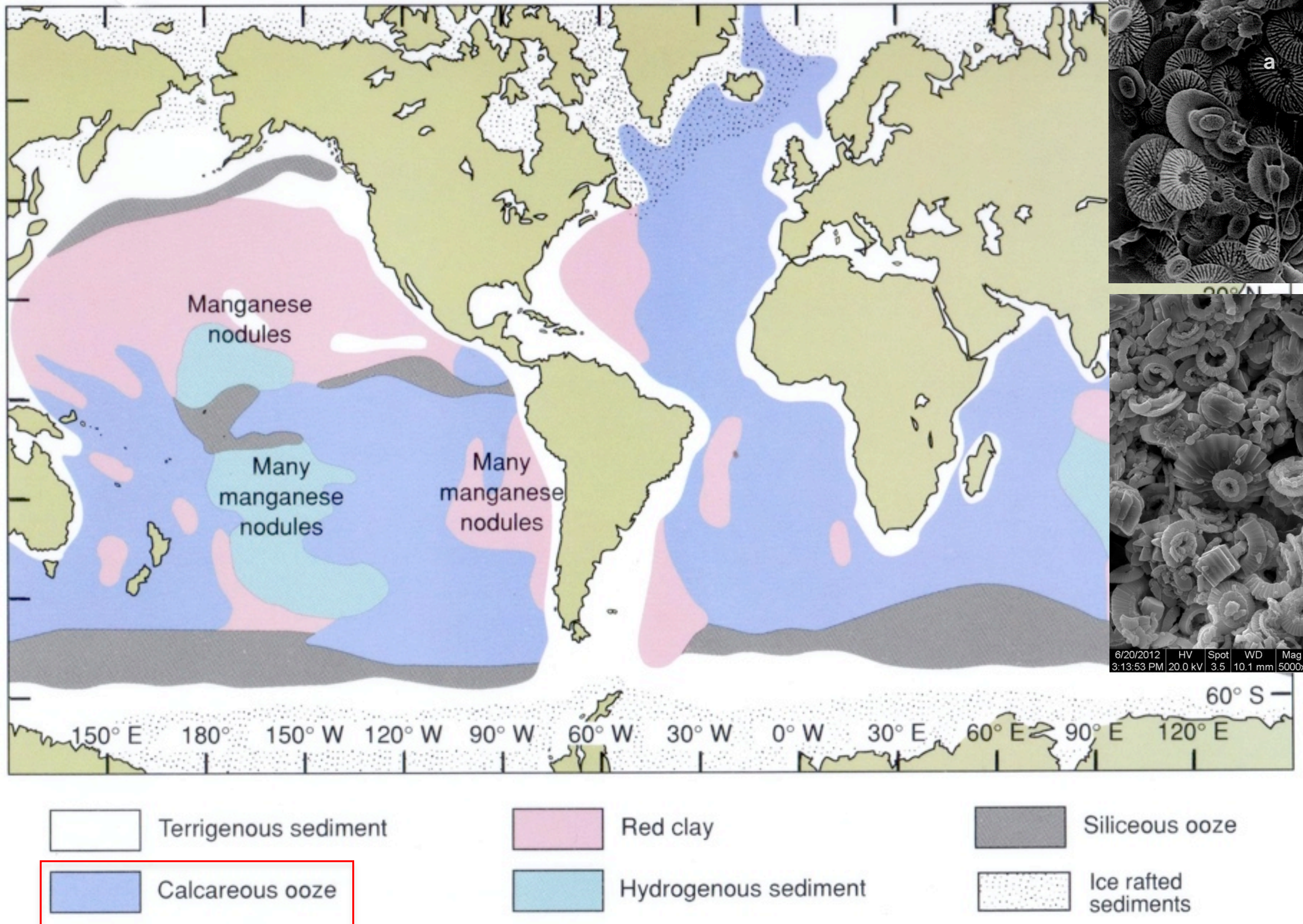
(veja que um mole de CO_2 é produzido)

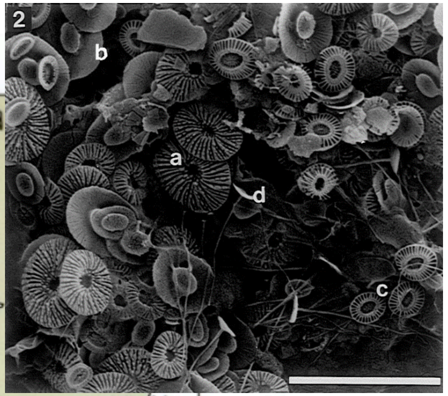
Por essa reação eles aumentam ou reduzem o efeito estufa?

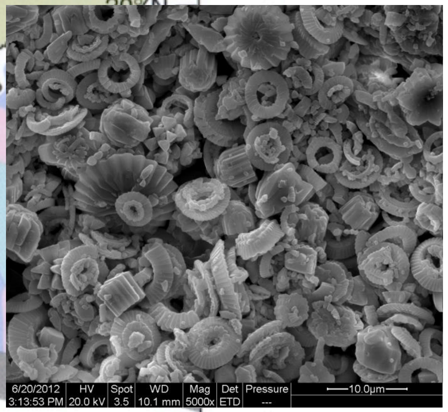
Na calcificação 2 átomos de C são absorvidos e um deles eventuamente sedimenta. Esse é o processo de retirada de C atmosférico a longo prazo.



Composição mineral do assoalho oceânico

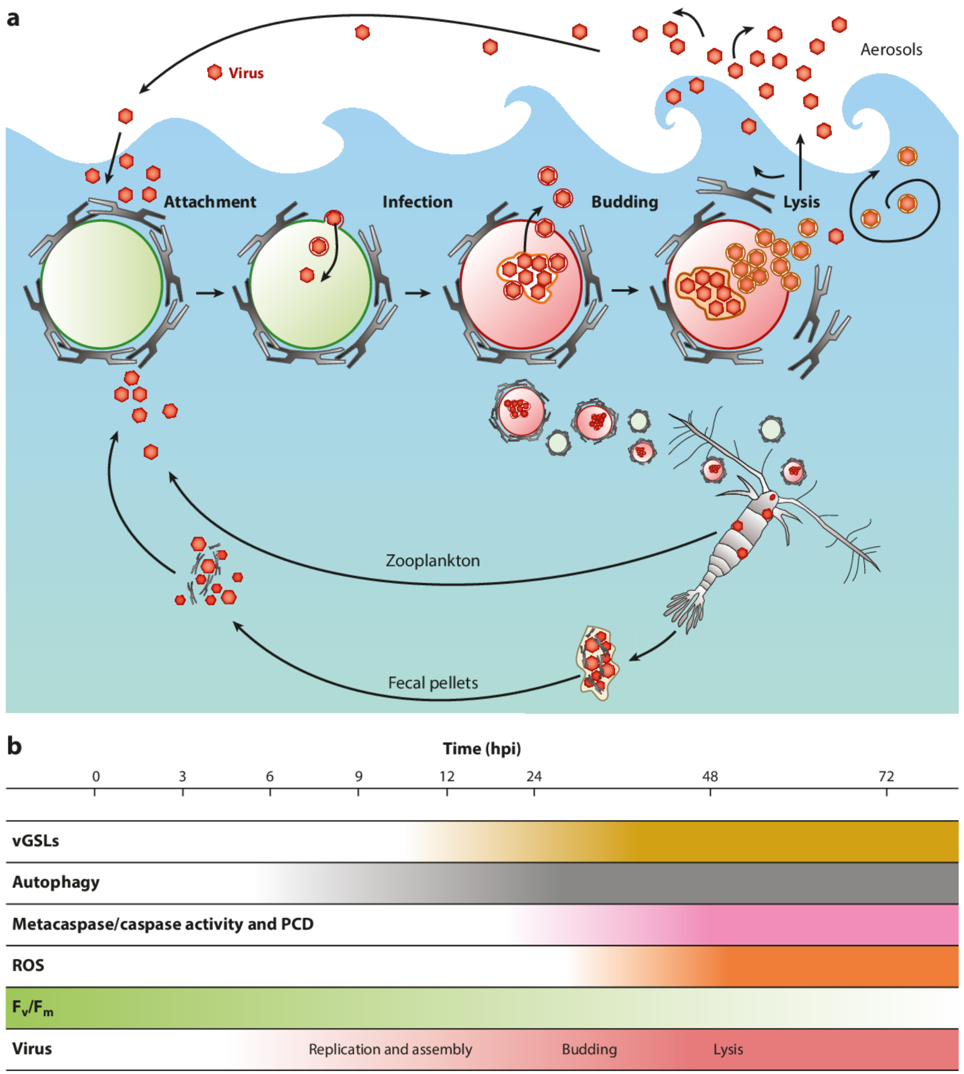




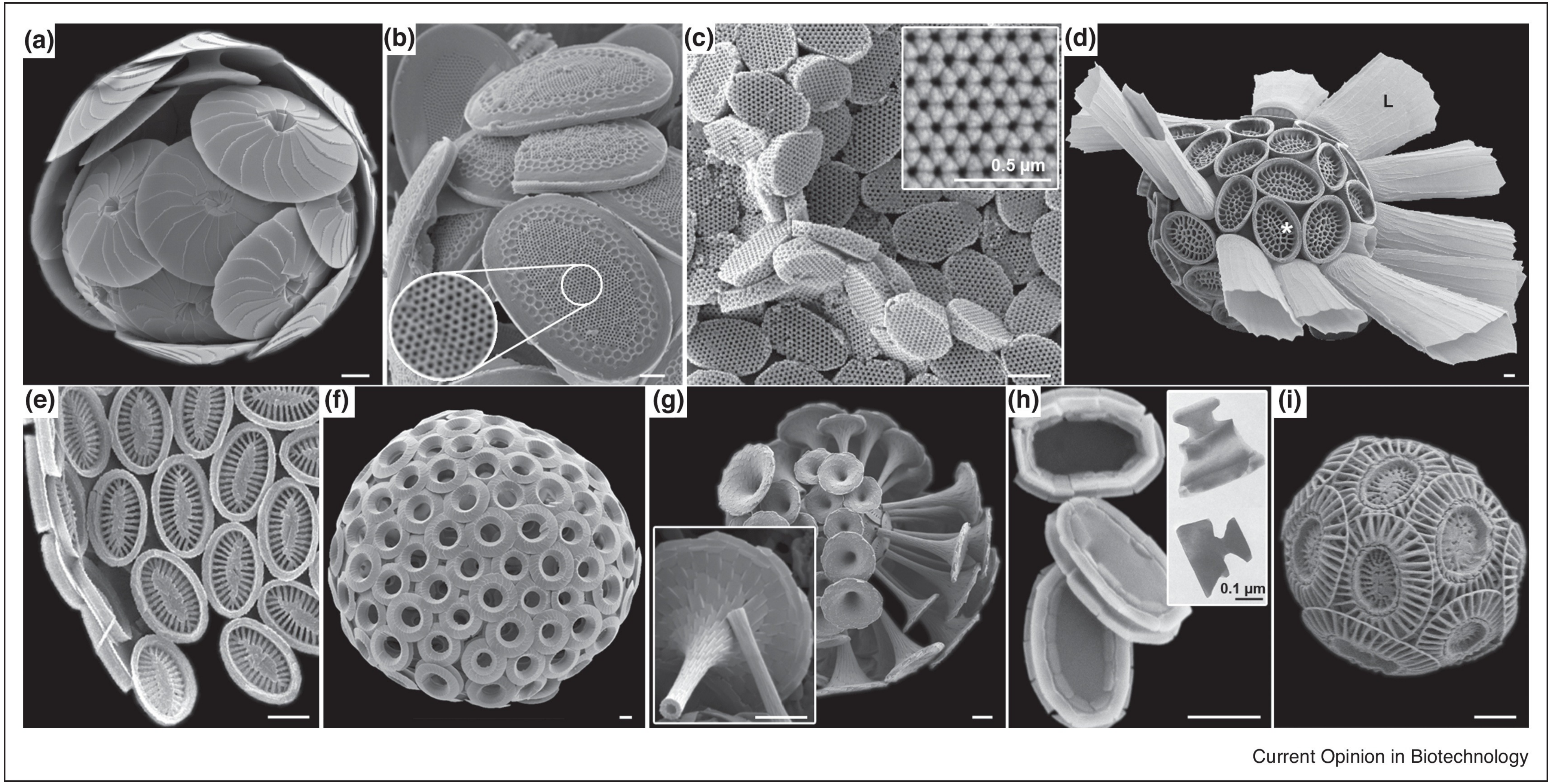


24 Sediment Classification
Figure 3.20

Cocolitoforideos são produtores de Dimetil Sulfeto (aerossóis) que é liberado na atmosfera durante os ataques por vírus



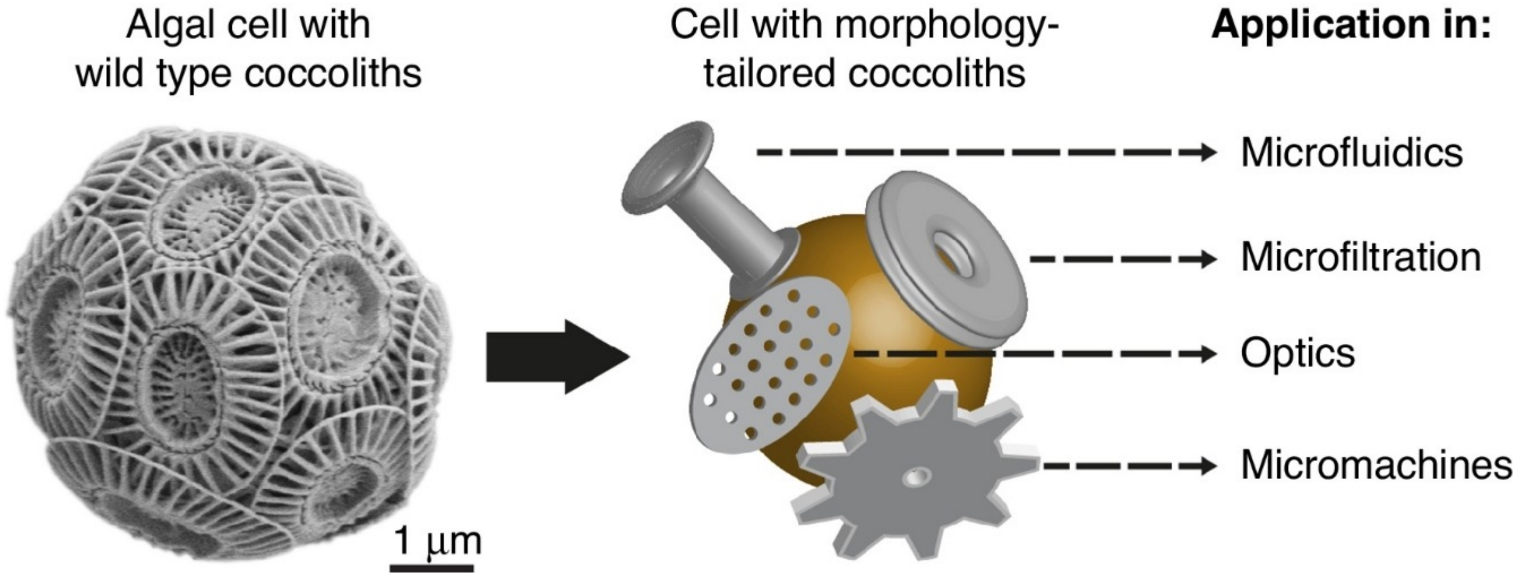
Alta diversidade de cocólitos



(a) *Calcidiscus leptoporus* subsp. leptoporus, **(b)** *Pontosphaera japonica*, **(c)** *Calyptrolithophora papilifera*, **(d)** *Scyphosphaera porosa*, **(e)** *Michaelsarsia elegans*, **(f)** Umbilicosphaera sibogae, **(g)** *Discosphaera tubifera*, **(h)** *Pleurochrysis carterae*, and **(i)** *Emiliania huxleyi*.

Skeffington & Scheffel, 2018
https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.07.013

O potencial nanotecnológico dos cocólitos



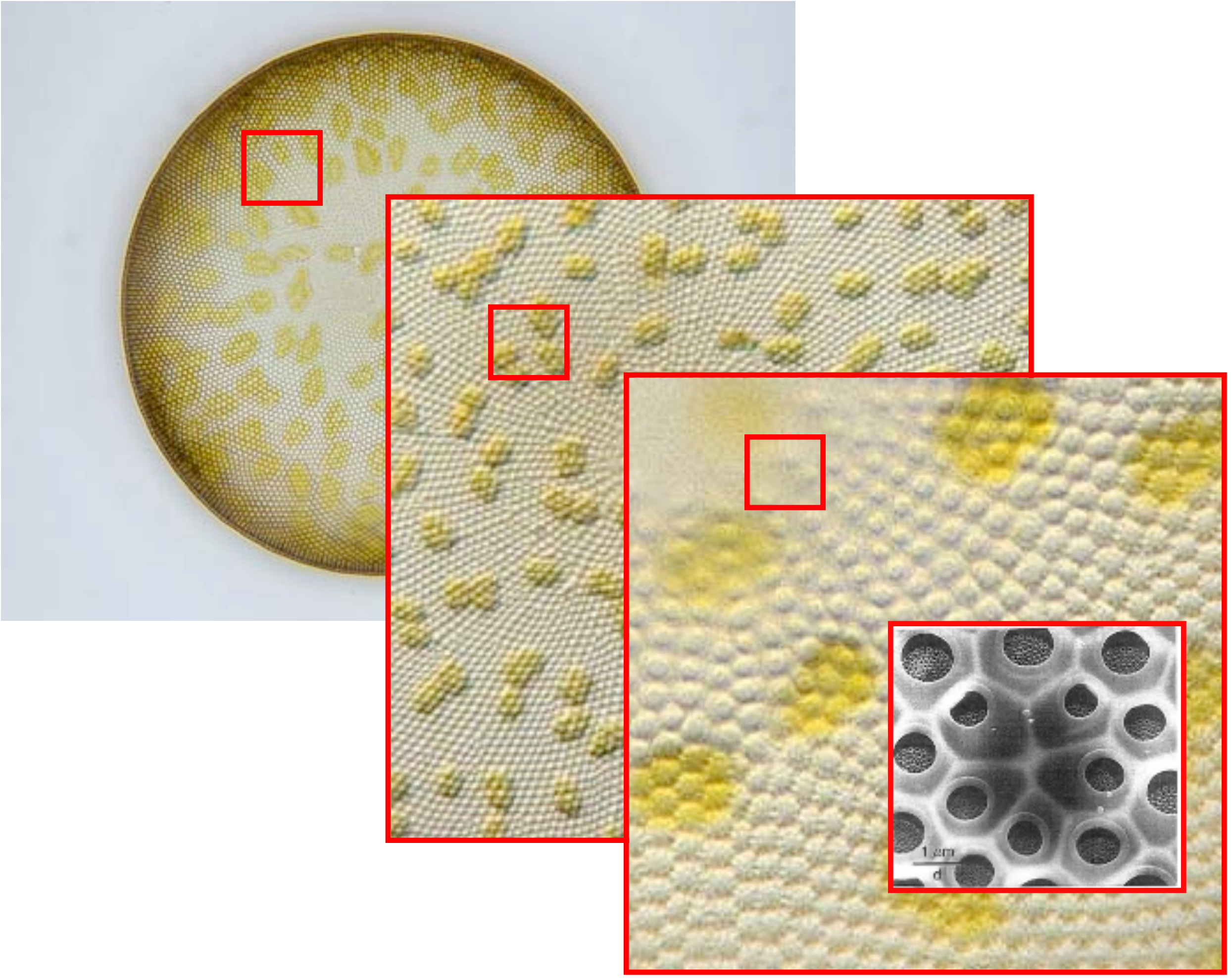
questões

10) Descreva as principais características morfológicas das diatomáceas

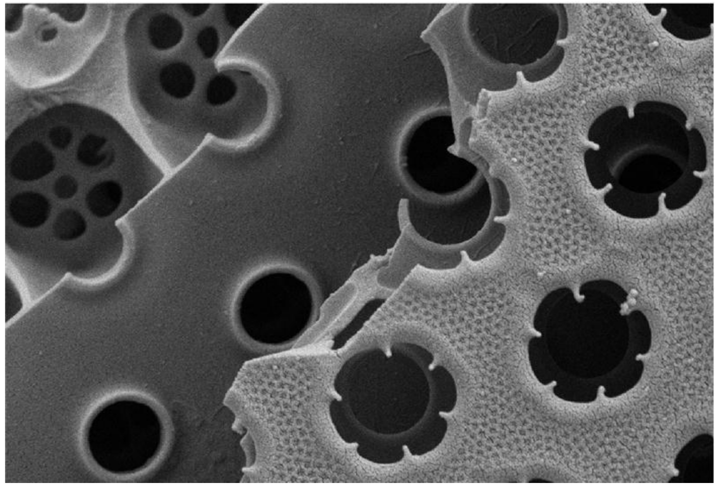
11) Descreva a forma básica de um dinoflagelado e dê exemplos da importância ecológica e ambiental de alguns gêneros

12) Descreva as características morfológicas dos cocolitoforídeos e como eles contribuem com a estabilidade do clima global?

Estrutura de poros da frústula de *Coscinodiscus waile*

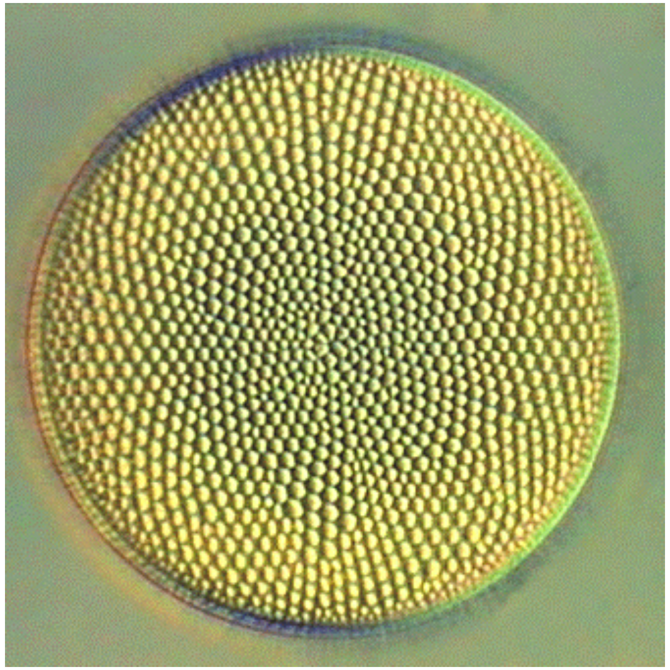


Eficiência na captação de luz

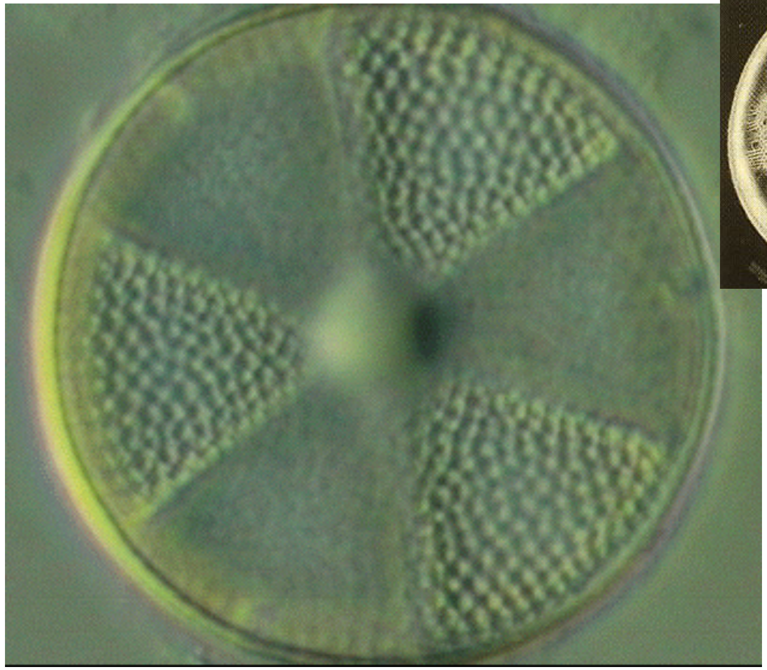


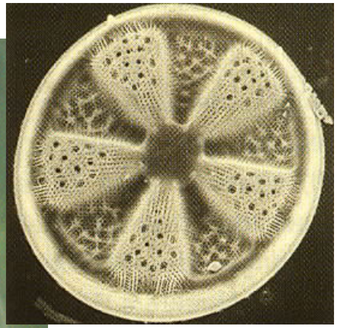
A Bright Future -- With Algae: Diatoms as Templates for Tomorrow's Solar Cells, ScienceDaily (July 17, 2012)
https://www.sciencedaily.com/releases/2012/07/120717100117.htm

Exemplos de gêneros com arranjo radial



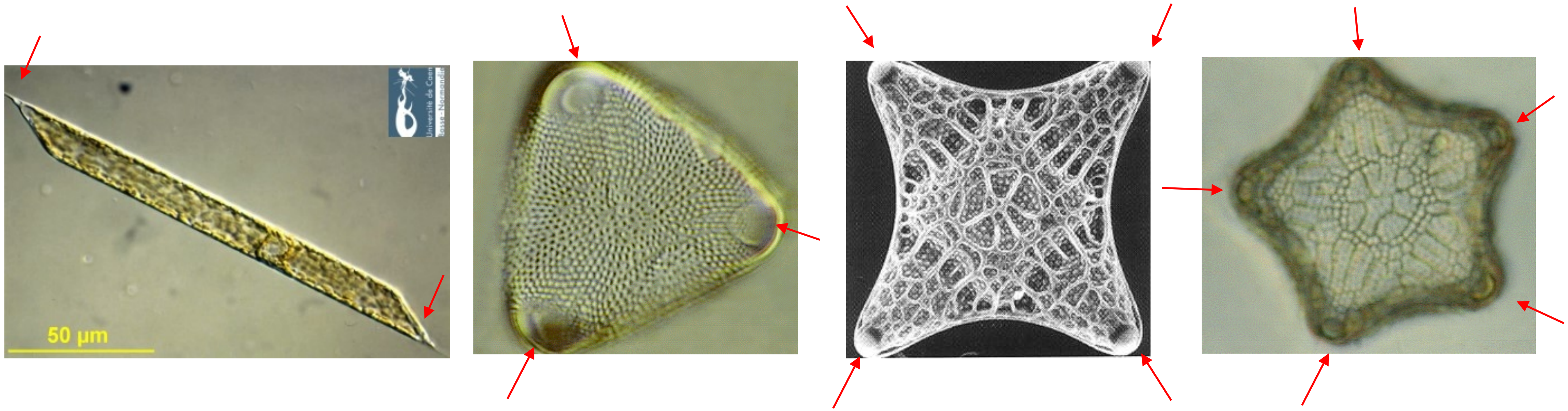
Coscinodiscus



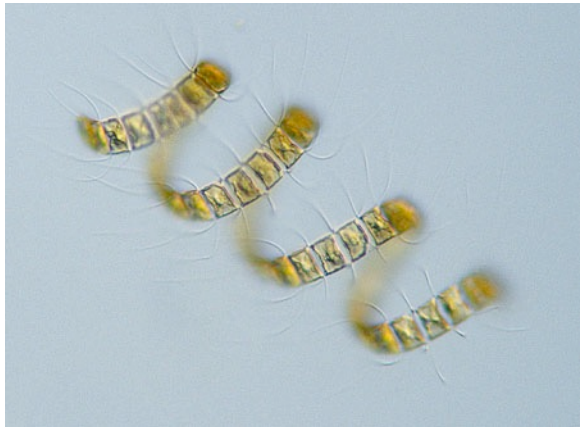


Asteromphalus

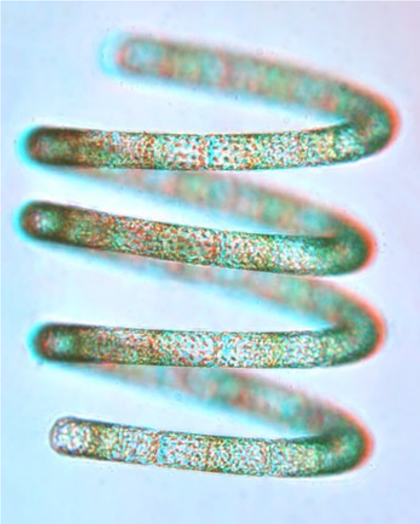
Exemplos de arranjos concêntricos



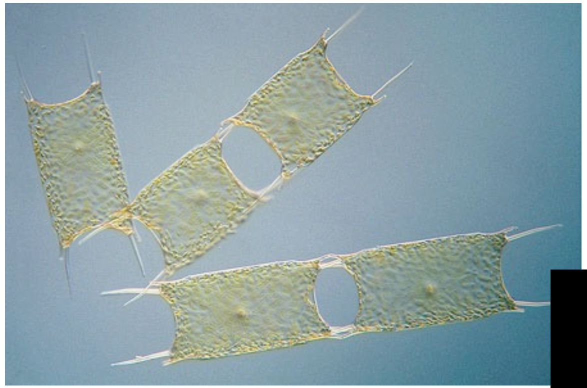
Diatomáceas cêntricas: isoladas e coloniais

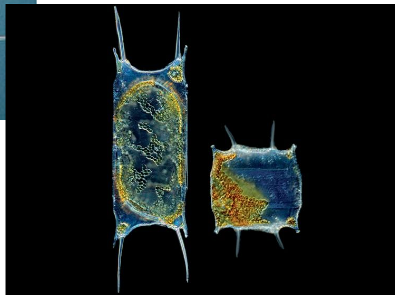


Chaetoceros curvisetus

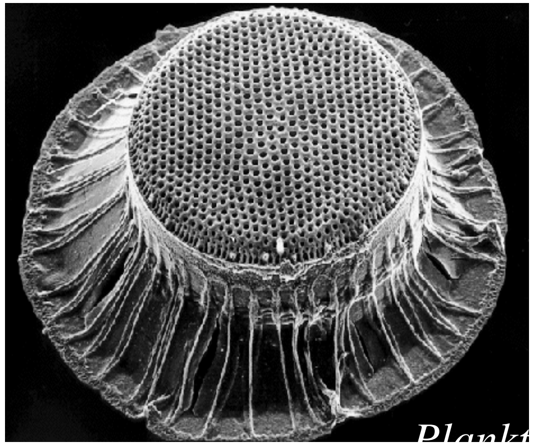


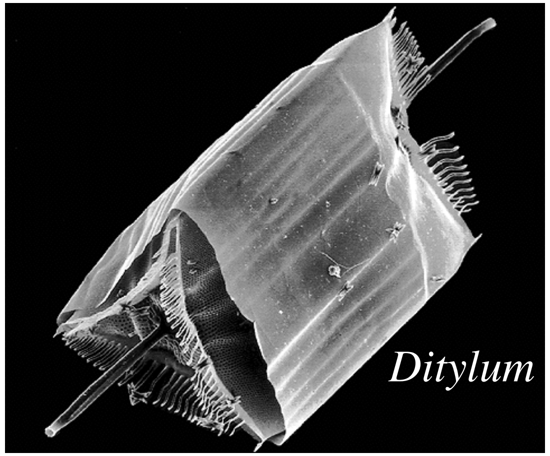
Rhizosolenia stolterfotii

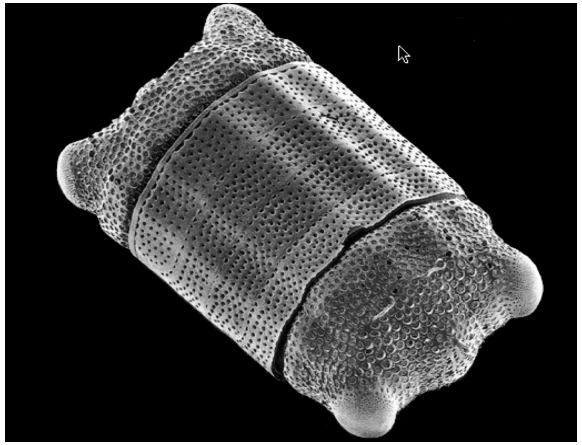


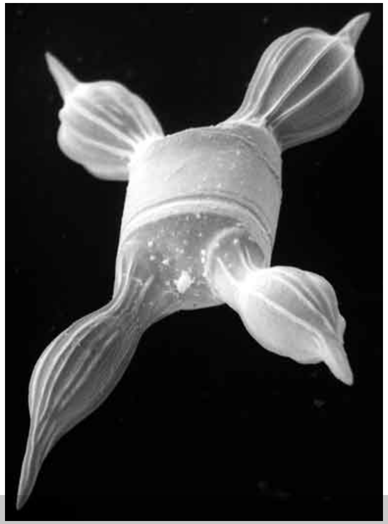


Odontella sinensis








Chaetoceros bulbosum