

IOB127 - Fitoplâncton e a Produção Primária

Responsavel: Prof^a Sônia M. F. Gianisella

Colaboradora: Flávia Saldanha Correa

Produção Fotossintética e de “Peixes” no Oceano

Gabriel Carvalhaes Aloí Paschoal

Mariana Ramos Aleixo de Souza

Roberto Tomazini de Oliveira

Ronaldo Mitsuo Sato



2008

Estrutura

Photosynthesis and Fish Production in the Sea.
John H. Ryther, Science, vol 166, 1969.

- **Introdução**
- **Produção Primária**
- **Redes Tróficas**
- **Eficiência**
- **Discussão e Conclusão**

Primary Production of the Biosphere: Integrating
Terrestrial and Oceanic Components.
Christopher B. Field, Michael J. Behrenfeld,
James T. Randerson, Paul Falkowski, Science,
vol 281, 10 July 1998.



Fonte: Woods Hole
Oceanographic Institution



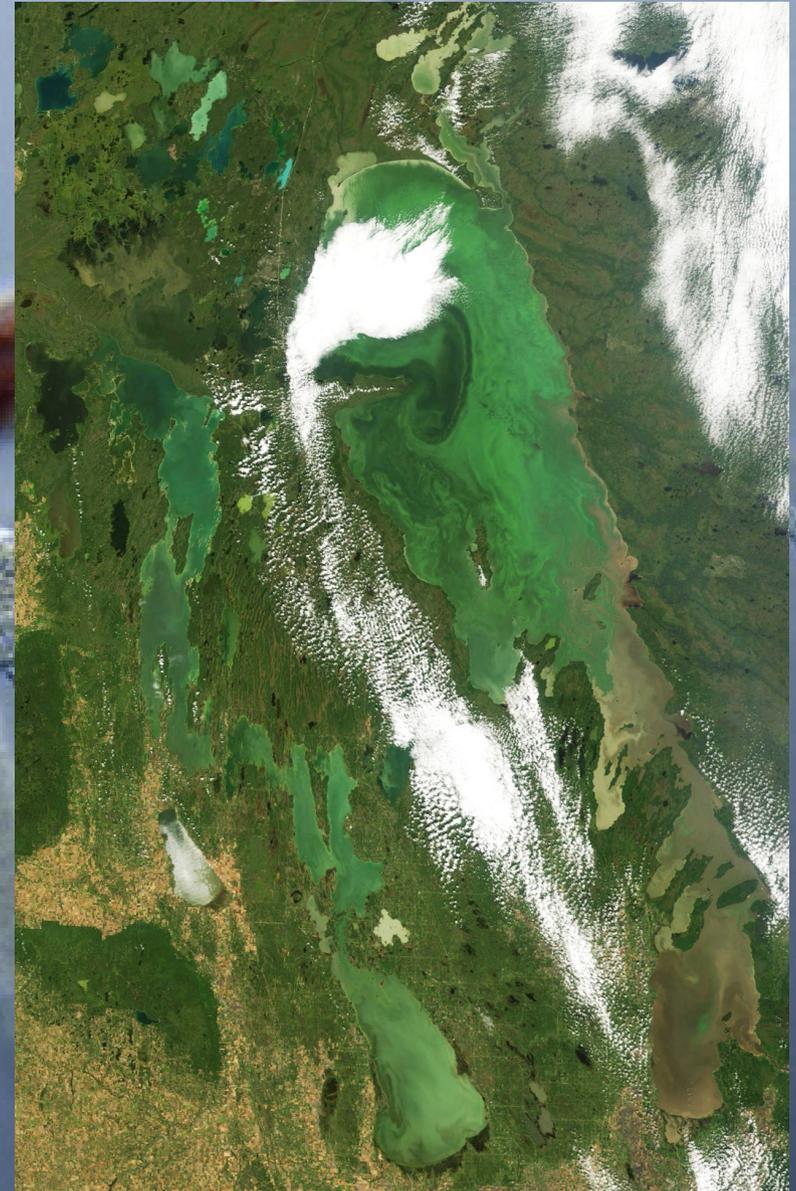
Fonte: Woods Institute for
the Environment Stanford
University

Introdução

- A importância do estudo de Produção Primária Marinha (PPM)

O estudo de sua distribuição ao redor do globo, é de extrema importância, pois a PPM é a base de toda cadeia trófica marinha, onde muito de seus componentes são potenciais alimentos e recursos em geral para o homem.

Devido a isto, são feitas estimativas de taxas PPM (fotossíntese) e relações destas com a dinâmica trófica e os organismos de interesse para o homem.



**A Produção Primária Marinha
pode ser considerada a mesma
para todo o oceano e este um
ecossistema único?**



Introdução

NÃO!!!

Introdução

- A taxa de PPM apresenta grandes variações, chegando a diferenças de até duas ordens de grandeza.
- Isto implica numa grande irregularidade no padrão de produção de alimento.
- A produção primária marinha e as dinâmicas da cadeia trófica associada agem de maneira cumulativa, gerando diferenças na produção de peixe.

Produção Primária

O conhecimento da produção primária, como um todo, começou com o desenvolvimento da técnica do traçador do C14 para medições *in situ* de fotossíntese de algas planctônicas marinhas e sua aplicação na expedição do *Galathea* (1950-1952) ao redor do mundo.

Apesar de não ter tido outras expedições comparáveis à *Galathea*, houve muitos estudos regionais sobre produtividade em várias partes do globo.

Produção Primária

Os Resultados obtidos com essas medidas alteraram as estimativas de produção primária marinha no globo, antes de 1.2 a 1.5×10^{10} ton C.ano⁻¹ para 1.5 a 1.8×10^{10} ton C.ano⁻¹.

Steemann Nielsen & Jensen (1957), Ryther (1966) e Koblentz-Mishke tentaram também estimar a PPM em diferentes partes do oceano. Apesar de ter sido encontrados resultados diferentes em cada caso, com combinações adequadas permitiu-se chegar a três conclusões quanto a isso:

- 1) A produção primária anual mundial, para a maior parte dos oceanos abertos, varia de 25 a 75 gC.m⁻² e com uma média de 50 gC.m⁻² sendo isto verdade para quase 90% do oceano (326×10^6 Km²).

Produção Primária

2) Altos níveis de PPM ocorrem em águas rasas ($\pm 180\text{m}$). Os valores médios para estas regiões são de $100 \text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$, sendo que elas representam 7.5% da área dos oceanos, segundo Menard & Smith (1966).

Também são importantes regiões distantes da costa, que sofrem influência por divergências, frentes, entre outros fatores hidrodinâmicos, que trazem águas de subsuperfícies ricas em nutrientes para zonas eufóticas, sendo a produtividade destas regiões comparáveis às das regiões costeiras, e representam 2.5% da área dos oceanos.

Produção Primária

3) Em pequenas áreas, particularmente nas costas oeste dos continentes da região subtropical, efeitos de ressurgência trazem água de fundo rica em nutrientes.

Essas áreas são as mais biologicamente ricas dos oceanos e ocorrem no Peru, Califórnia, noroeste e sudoeste da África, Somália, na costa da Arábia, entre outras regiões. Em várias regiões da Antártica também ocorre, porém não se tem medidas dessas regiões.

Em períodos de atividade de ressurgência, a PPM normalmente ultrapassa $1\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ e pode ultrapassar $10\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Produção Primária

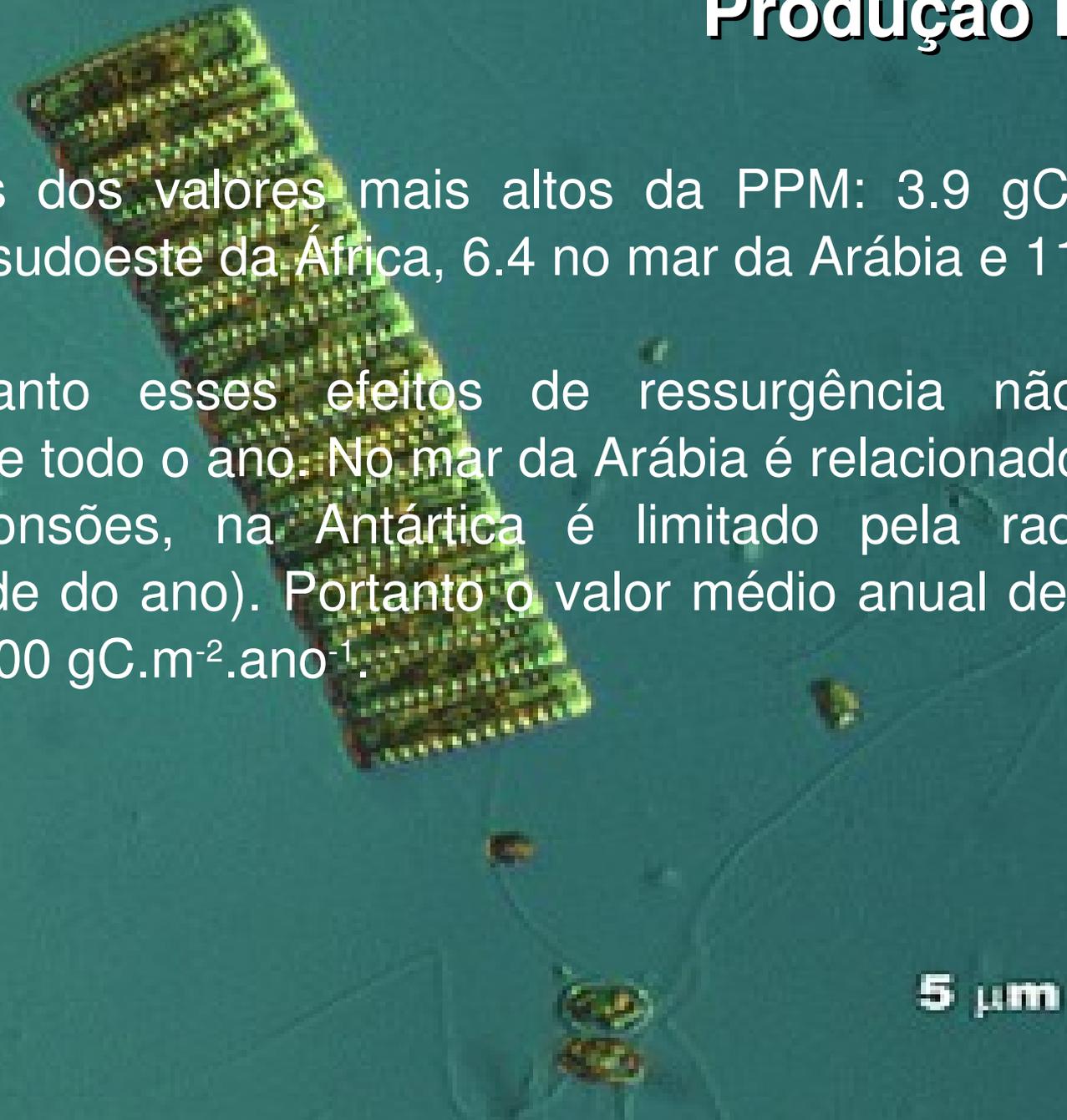
Tabela 1: Divisão do oceano em locais de acordo com a produção primária orgânica

Local	Porcentagem do oceano	Área (Km ²)	Produtividade média (gC.m ⁻² .ano ⁻¹)	Produtividade total (10 ⁹ tonC.ano ⁻¹)
Oceano aberto	90	326x10 ⁶	50	16,3
Zona costeira	9,9	36x10 ⁶	100	3,6
Áreas de ressurgência	0,1	3,6x10 ⁵	300	0,1
Total				20,0

Produção Primária

Alguns dos valores mais altos da PPM: $3.9 \text{ gC.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ na costa sudoeste da África, 6.4 no mar da Arábia e 11.2 no Peru.

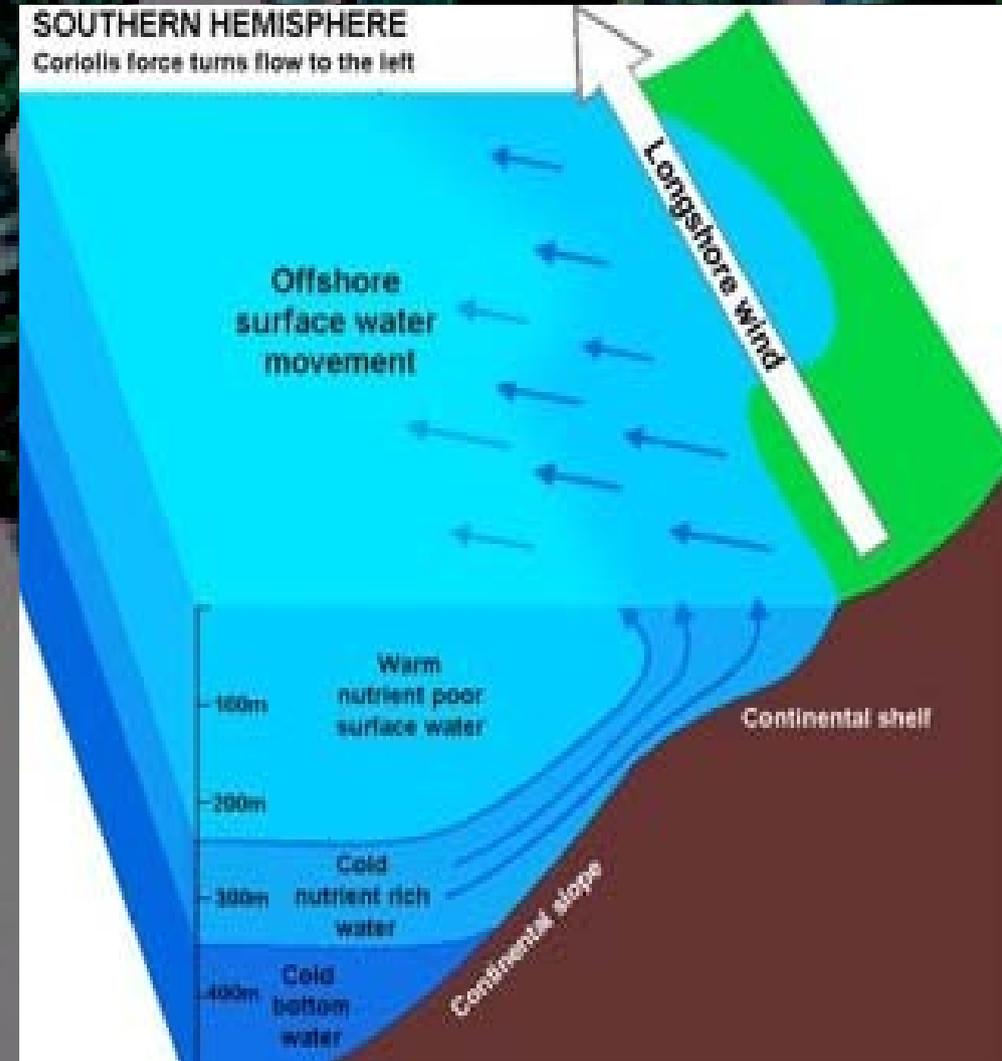
Entretanto esses efeitos de ressurgência não persistem durante todo o ano. No mar da Arábia é relacionado aos ventos de monções, na Antártica é limitado pela radiação solar (metade do ano). Portanto o valor médio anual destes lugares é de $300 \text{ gC.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$.



5 μm

Ressurgência

- No hemisfério Sul, o efeito de Coriolis deflete para a esquerda o vento sudoeste que sopra ao longo da costa.
- Isto move para longe da costa a água quente, pobre em nutrientes.
- A água de fundo fria, rica em nutrientes, move para a superfície ao longo do talude continental, ocupando o lugar da água que se moveu para longe da costa.
- É o transporte dos nutrientes nitrogênio e fósforo do fundo oceano para a superfície que faz esse processo ser importante.



Redes Tróficas

Para se estudar a eficiência das cadeias tróficas na passagem de matéria orgânica dos organismos fotossintéticos para outros organismos de grande importância para o homem como os peixes é necessário considerar alguns fatores como:

- O tamanho dos organismos fotossintéticos.
- O fato do fitoplâncton formar colônias, formando grandes massas gelatinosas.

Redes Tróficas

O tamanho dos organismos fotossintéticos diminui em direção ao oceano aberto.

A relação utilizada é que quanto maior as células de plantas no início da cadeia trófica menos níveis tróficos são necessários para converter essa matéria orgânica em utilizável pelo homem.

Esse tamanho afeta diretamente as cadeias tróficas e o comportamento dos organismos dos níveis tróficos seguintes, ocorrendo variações até de hábitos alimentares. Há predomínio de zooplâncton carnívoro em regiões mais afastadas da costa. Ex de zoo carnívoro: grupo dos Chaetognatas, representa, em biomassa, em média 30% do peso total dos copépodos em oceano aberto.

Redes Tróficas

Assim a cadeia trófica oceânica pode ser descrita envolvendo de três a quatro níveis tróficos, desde o nanoplâncton fotossintético até animais com 1 a 2 cm de comprimento.

Em relação ao homem é razoável falar em uma cadeia de 5 níveis tróficos entre os organismos fotossintéticos e o homem.

Sabe-se que as menores cadeias tróficas estão localizadas em regiões de ressurgência. Esses lugares é onde os organismos são grandes o bastante para serem diretamente utilizados pelo homem de níveis tróficos mais próximos dos produtores primários.

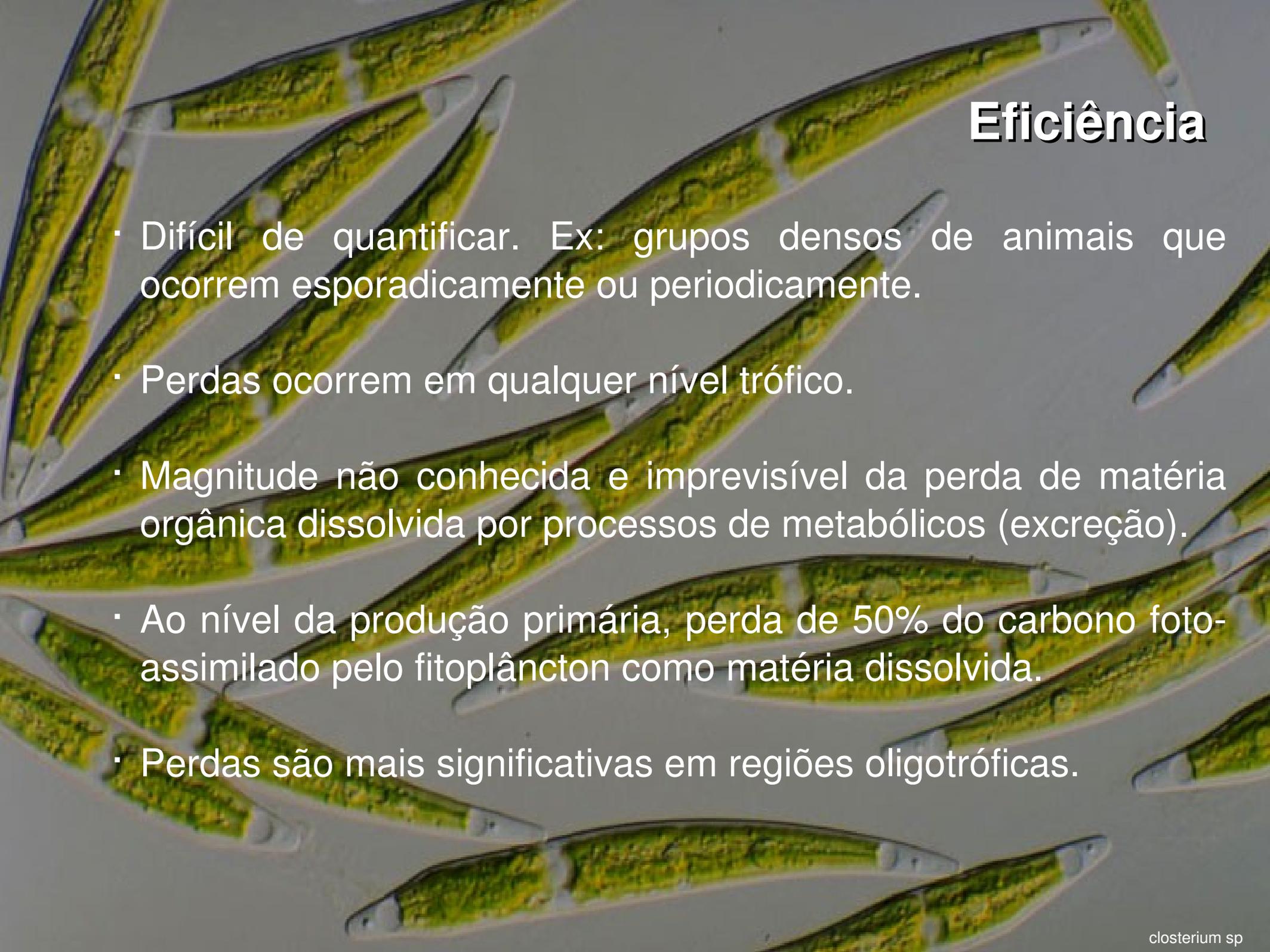


Eficiência

- O crescimento de um organismo é função da assimilação de alimento menos a perda metabólica (respiração).
- Eficiência de crescimento é o potencial biológico do indivíduo.
- 30% em jovens, alcança a zero nos indivíduos senescentes.
- População com diversas idades e sobre condições de estado estáveis tem uma taxa menor.
- Eficiência de crescimento depende da disponibilidade de alimento

Eficiência

- “Trabalho interno”: digestão, assimilação, conversão, estocagem.
- “Trabalho externo”: caça, território, captura.
- Quando a disponibilidade de alimento é baixa, os custos do metabolismo basal e do “trabalho externo” são significativos.
- Eficiência ecológica é a conversão de alimento de um nível trófico a outro.
- Perdas adicionais: morte natural, sedimentação, emigração, rede trófica, excreção.

The background of the slide is a microscopic image of Closterium sp. filaments. These are long, thin, green, rod-shaped structures with a distinct internal structure, including a central longitudinal canal and transverse cross-walls. They are arranged in a somewhat parallel, overlapping manner.

Eficiência

- Difícil de quantificar. Ex: grupos densos de animais que ocorrem esporadicamente ou periodicamente.
- Perdas ocorrem em qualquer nível trófico.
- Magnitude não conhecida e imprevisível da perda de matéria orgânica dissolvida por processos de metabólicos (excreção).
- Ao nível da produção primária, perda de 50% do carbono foto-assimilado pelo fitoplâncton como matéria dissolvida.
- Perdas são mais significativas em regiões oligotróficas.

Eficiência

- Eficiência ecológica: 10 – 20%.
- Para o autor deste trabalho: 10% em regiões oceânicas, 15% em regiões costeiras e 20% em regiões de ressurgência.

Eficiência

Tabela 2: Estimativa da produção nas três divisões oceânicas definidas na tabela 1

Local	Produção primária [tons (C orgânico)]	Níveis tróficos	Eficiência (%)	Produção de “peixe” [tons (peso úmido)]
Oceano aberto	$16,3 \times 10^9$	5	10	16×10^5
Zona costeira	$3,6 \times 10^9$	3	15	12×10^7
Áreas de ressurgência	$0,1 \times 10^9$	1,5	20	12×10^7
Total				24×10^7

Conclusão e Discussão

- O mar aberto (90 % do oceano e aproximadamente $\frac{3}{4}$ da superfície terrestre) é essencialmente um deserto biológico.
- Ele representa uma desprezível fração da captura mundial de peixes no presente (1969) e possui pequeno ou nenhum potencial de aumento do rendimento para o futuro.
- Regiões de ressurgência representam apenas 0.1% da superfície dos oceanos, mas são responsáveis por cerca da metade da produção dos “peixes” consumidos no mundo todo.
- A outra metade é produzida em águas costeiras e nas poucas áreas *offshore* que possuem alta fertilidade.

Conclusão e Discussão

Uma das maiores incertezas e possíveis fontes de erros, para o cálculo da produção primária, se dá na estimativa de áreas com alta, média e baixa produtividade. Como exemplo temos a área de ressurgência da Antártica, uma área que nunca foi bem descrita ou definida.

- Foi usada uma área de 360.000km^2 para representar a área total de ressurgência no mundo.
- Se as áreas de ressurgência da Califórnia, noroeste e sudoeste da África, e o mar da Arábia fossem somadas, daria aproximadamente a área da costa do Peru, estas regiões semi-tropicais somam o total de $\sim 200.000\text{km}^2$.

Conclusão e Discussão

Os outros 160.000km² podem representar cerca de ¼ do mar da circunferência da Antártica, para uma distância de 30 km da costa.

- Então a Convergência Antártica não apresenta uma alta produtividade, apresentando valores entre 0.01 e 0.15 gC.m⁻².dia⁻¹, segundo (Saijo & Kawashima, 1964), valor não maior do que os apresentados para oceano aberto.
- A ocorrência de produções extremamente altas, associadas com ressurgência, estão confinadas a restritas áreas costeiras.

Conclusão e Discussão

Antártica:

- Área: 160.000km^2 e produtividade anual: $300\text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}$
= 50×10^6 tons de “peixe”.
- O autor considera este valor alto para a região, pois a fotossíntese pode ocorrer durante apenas uma metade do ano, e grande parte da produção primária é destinada a pequenos crustáceos herbívoros.
- Claramente, a Antártica precisa de muitos mais estudos para se conhecer a capacidade produtiva com maior certeza.

Conclusão e Discussão

- Este trabalho estima 240 milhões de tons de “peixe” produzidos por ano, para todo oceano.
- No entanto, o potencial de produção não pode ser considerado como potencial pesqueiro, pois:
 - 1) O homem divide a produção com outros carnívoros do topo da cadeia.
- Ex. Considerando somente os pássaros da costa do Peru consomem 4 milhões de tons de anchova anualmente. Isto equivale com que o homem consome.

Conclusão e Discussão

2) O homem deve tomar cuidado para deixar uma grande parte da produção anual de “peixe”, para permitir a recuperação do estoque de peixes, visando uma atividade sustentável.

Considerando estes fatores, o potencial sustentável global de captura de “peixes” para o homem é de ~100 milhões de tons por ano.

Em 1967 a pesca era em torno de 60 milhões de tons, porém apresentava uma taxa de 8% de aumento por ano, nos 25 anos anteriores. O que indicava que a pesca não poderia expandir, nesta taxa, por mais de uma década.

Conclusão e Discussão

Mixed layer
Primary productivity
over part of
Arabian Sea
(NW Coast of India)
February 15, 2000

A maioria dos peixes pescados do mundo não são capazes de contribuir significativamente com uma expansão. Muitos já são superexplorados, e o resto, em sua maioria, estão próximos do máximo de exploração sustentável.

Uma evidência da pressão pesqueira é pode ser determinada pela própria estatística de captura.

(mgC/m²/day)



Conclusão e Discussão

Mas é interessante, em conexão com os dados deste trabalho apresentado, comparar a pesca com a produção de “peixes”, para isto vamos utilizar dois lugares distintos:

- 1) Atlântico Noroeste
- 2) Costa do Peru



Conclusão e Discussão

Atlântico Noroeste

Área: 100.000km². A partir dos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, pode-se calcular que ~1 milhão tons de “peixe” são produzidos anualmente.

A pesca comercial nesta área excedeu ligeiramente 1 milhão tons por ano, durante 3 anos (1963-1965), antes de entrar em declínio.

O declínio se tornou mais grave a cada ano, tornando-se necessário uma regulamentação da pesca das espécies mais capturadas.

Conclusão e Discussão

Costa do Peru

A ressurgência da costa do Peru é onde existe a maior produtividade pesqueira do mundo, alcançando anualmente 10^7 tons/m de anchova.

O máximo sustentável é equivalente, ou um pouco abaixo, à este valor, e a pesca é cuidadosamente regulada.

A morte dos “peixes” por outras causas, como a predação por pássaros e lulas, é responsável por outras 10^7 tons/m de anchova.

Esta pesca “prodígio” é concentrada numa área de $6 \times 10^{10} \text{m}^2$.

Conclusão e Discussão

Para que haja qualquer aumento da pesca é claramente necessário que venha através de espécies ainda não superexploradas, e na maior parte, de novas áreas.

Grande parte do potencial de expansão deve ser baseado em novos produtos de regiões remotas , como o krill da Antártica, para o qual não há conhecimento, nem investimento em tecnologia para sua captura e comercialização.

Field et al (1998)

Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. Christopher B. Field, Michael J. Behrenfeld, James T. Randerson, Paul Falkowski, Science, vol 281, 10 July 1998.

Métodos:

Imagens de satélites.- Neste trabalho foi apresentado as estimativas integradas da produção primária baseada em medidas de satélite para ambos ecossistemas, oceanico e terrestre.

Integração de modelos matemáticos conceitualmente semelhantes para determinar a produção primária terrestres e aquática, obtendo assim uma visão biosférica.



Field et al (1998)

A rede de produção primária é a maior determinante da diminuição de carbono na terra e no oceano. Além de ser a chave reguladora dos processos ecológicos incluindo interações através dos níveis tróficos.

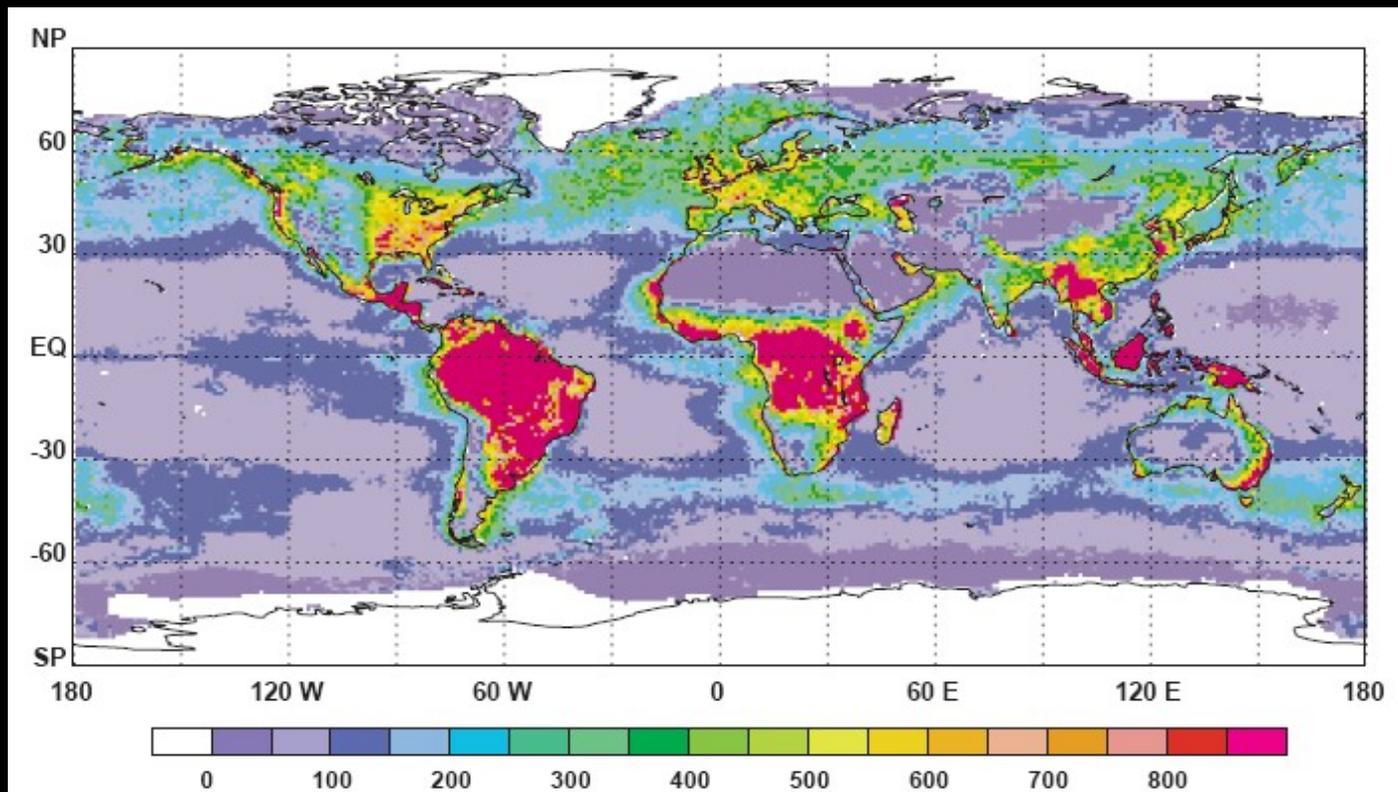
Para os oceanos a radiação solar absorvida fotossinteticamente é determinada por medidas de satélite, que leva em conta a absorção da clorofila.

Baseadas na radiação fotossinteticamente ativa (PAR), ou seja, disponível para a fotossíntese e aquela realmente absorvida (APAR) medidos por satélite (biomassa)

Field et al (1998)

As medidas de APAR foram realizadas entre 1978 e 1983 para os oceanos, para o ambiente terrestre foram realizadas entre os anos de 1982 e 1990.

Através do uso de modelos integrados foi obtido um NPP global anual de 104.9PgC, ou seja, 104.9×10^9 tonC.



Field et al (1998)

A contribuição para a NPP global é similar para a terra e oceano, sendo:

- Terra : 56.4PgC (53.8%) = 56.4×10^9 tonC
- Oceano: [48.5PgC (46.2%)] = 48.5×10^9 tonC

Se comparado ao trabalho de John H. Ryther, a produção para o oceano é o dobro.

Referências Bibliográficas

Woods Institute for teh Enviroment Standford University

<http://leopoldleadership.org/content/fellows/search-detail.jsp?id=40>

Woods Hole Oceanographic Institution

<http://www.whoi.edu/page.do?pid=10934&tid=282&cid=14526&ct=163>

Imagens

<http://www.microscopy-uk.org.uk/micropolitan/index.html>

http://www.aquahobby.com/articles/b_algas_saiba_mais.php