

Identificação de estruturas de processos multi-escala em ecossistemas marinhos utilizando Ondaletas

Daniel Grados

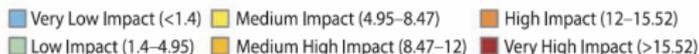
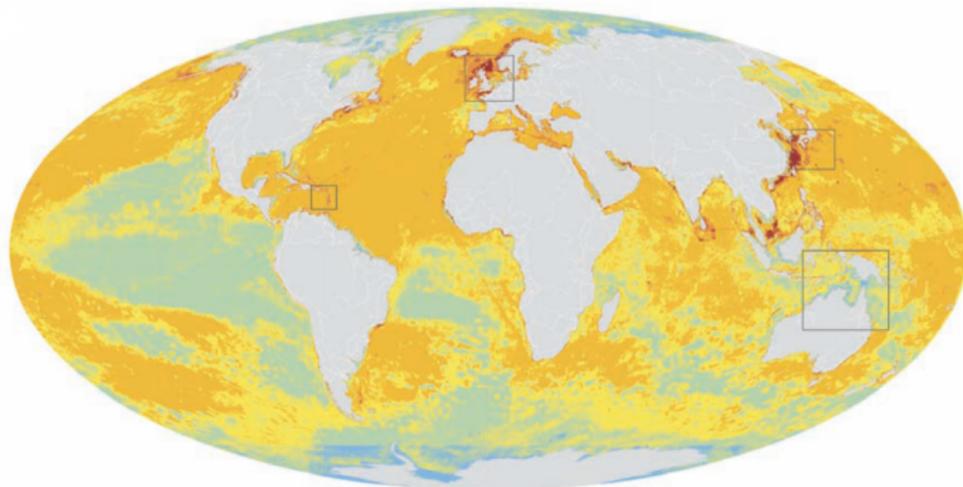
22/09/2011



- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Métodos e resultados
- 4 Conclusões

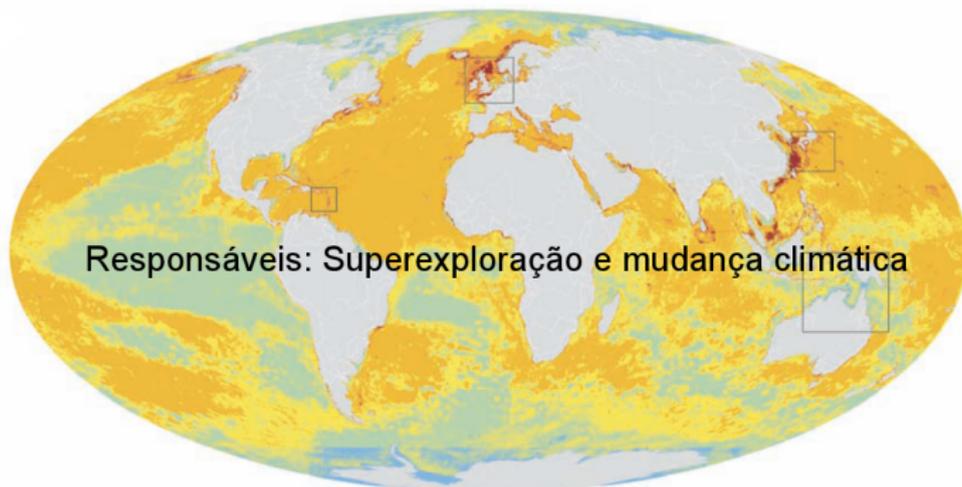
Estado das pescarias e ecossistemas marinhos

100% dos oceanos são afetados pelo homem (41% muito explorados). Halpern et al., 2008



Estado das pescarias e ecossistemas marinhos

100% dos oceanos são afetados pelo homem (41% muito explorados). Halpern et al., 2008



Estado das pescarias e ecossistemas marinhos

Atualidade dos ecossistemas marinhos

- Populações de peixes → superexploradas (Pikitch et al., 2004)
- Necessidade de planejar e estudar os ecossistemas marinhos como todo (FAO, 1995)

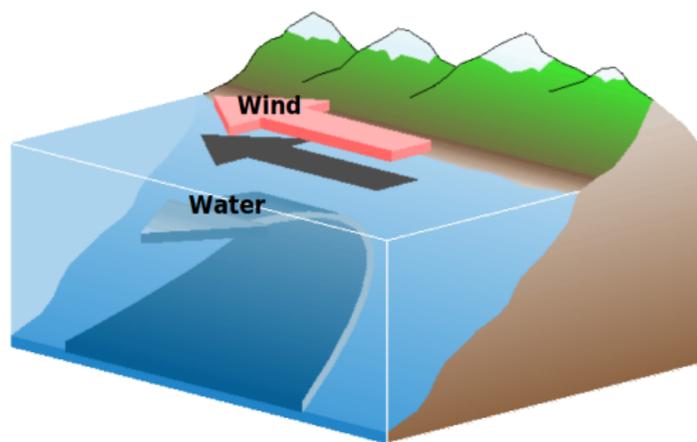
Ecossistemas marinhos de upwelling

- 4 ecossistemas de upwelling → mais produtivos
- O ECH o mais importante → mais do 15% da pesca mundial

Ecossistema marinho da Corrente de Humboldt - Peru

- Pesca atividade econômica muito importante

O que são os ecossistemas marinhos de upwelling?

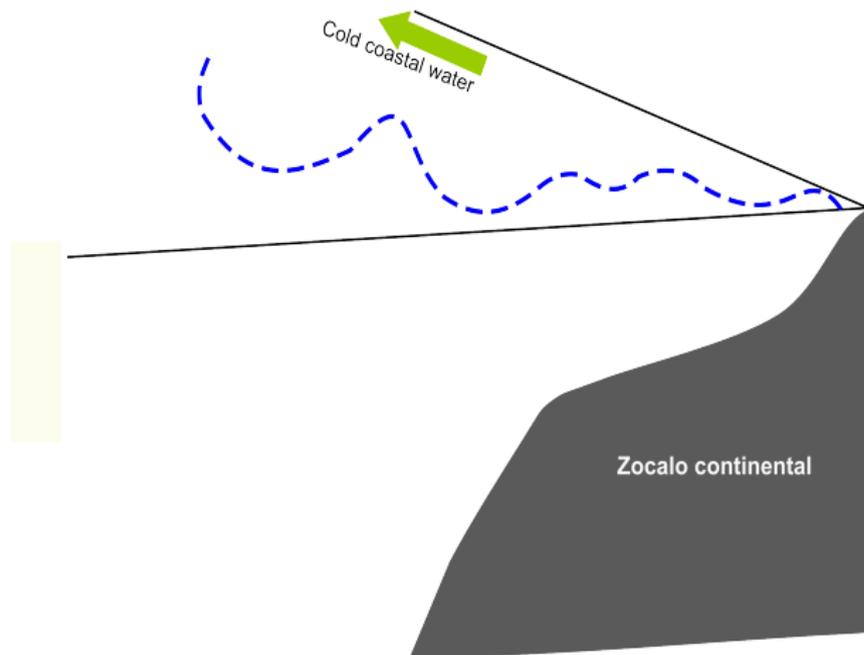


Upwelling (surgência) → subida de águas profundas com muitos nutrientes

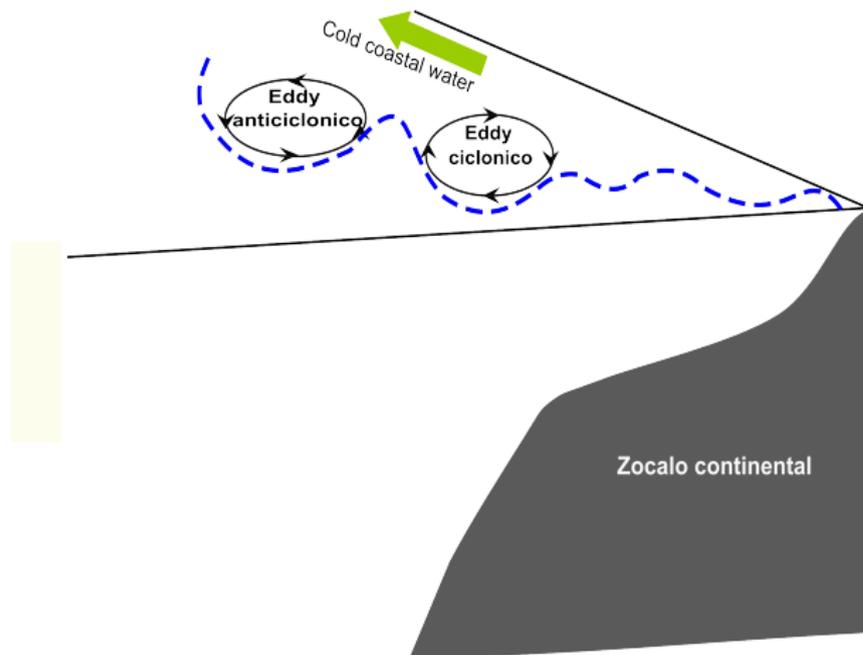
Ecossistemas muito complexos

Estruturação de baixo para cima

Estruturação de baixo para cima

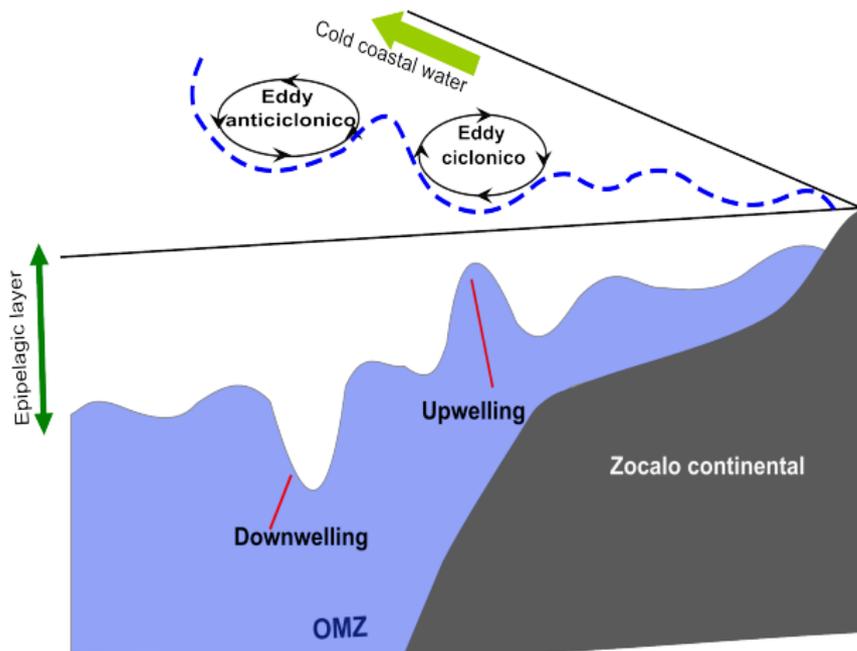


Estruturação de baixo para cima



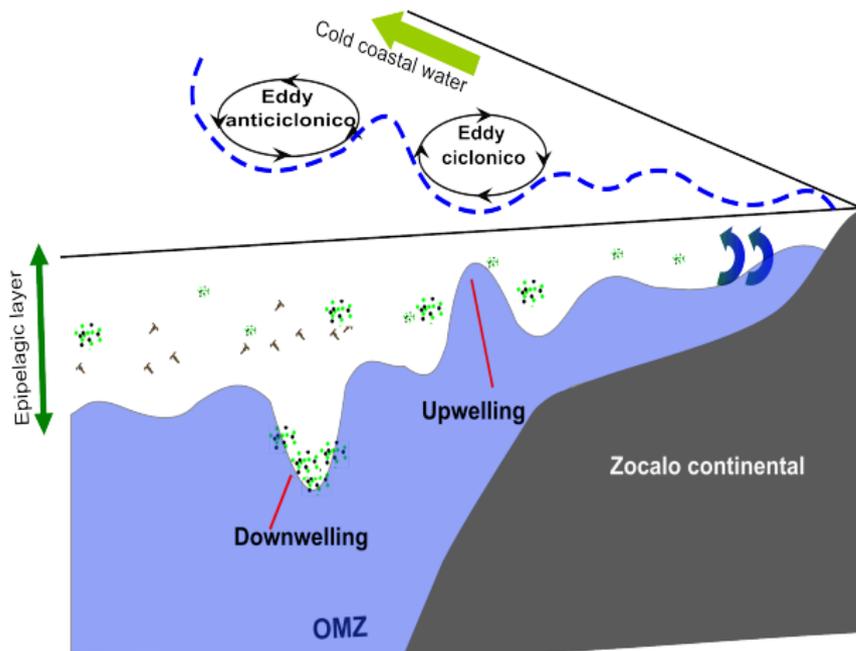
- Redemoinhos

Estruturação de baixo para cima



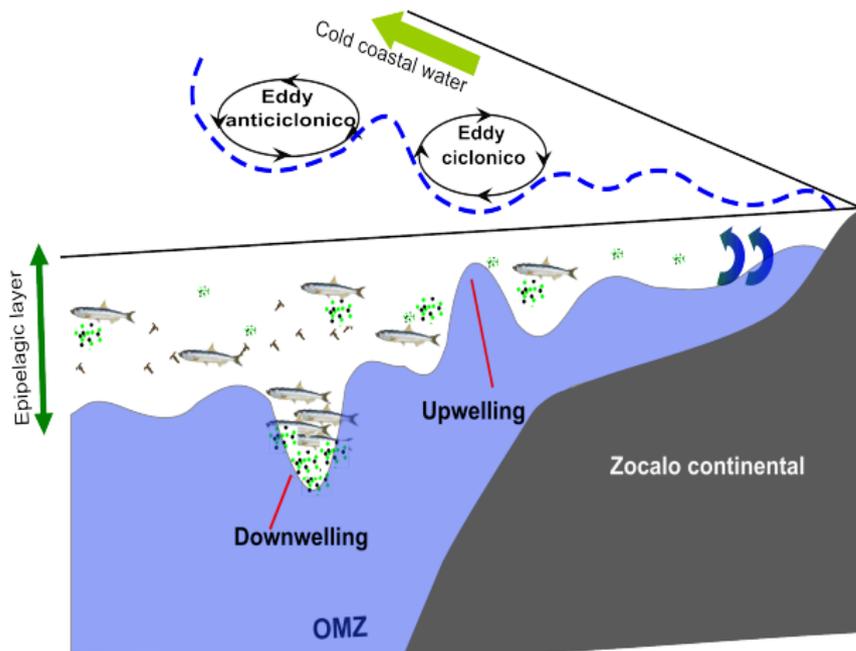
- Redemoinhos

Estruturação de baixo para cima



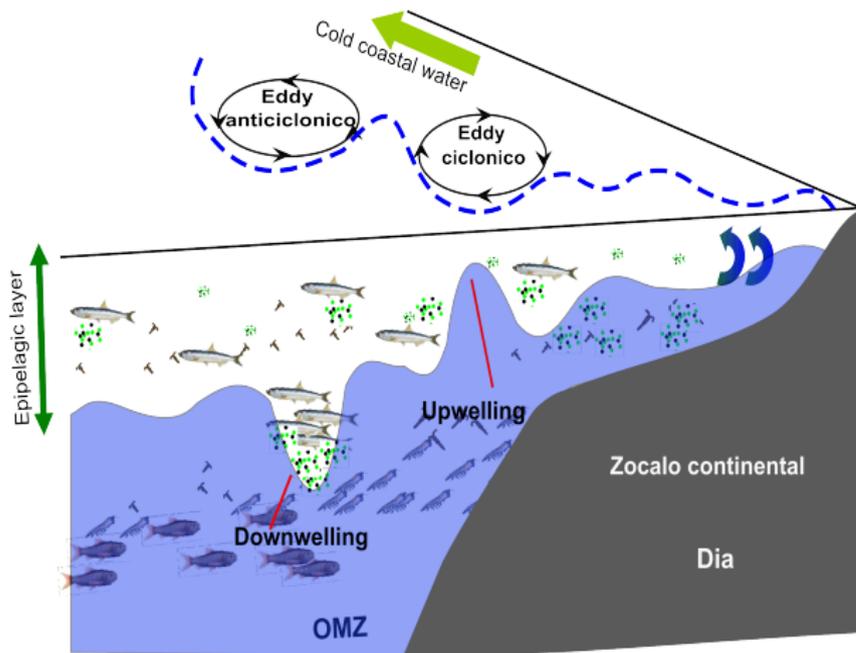
- Redemoinhos
- Zooplâncton

Estruturação de baixo para cima



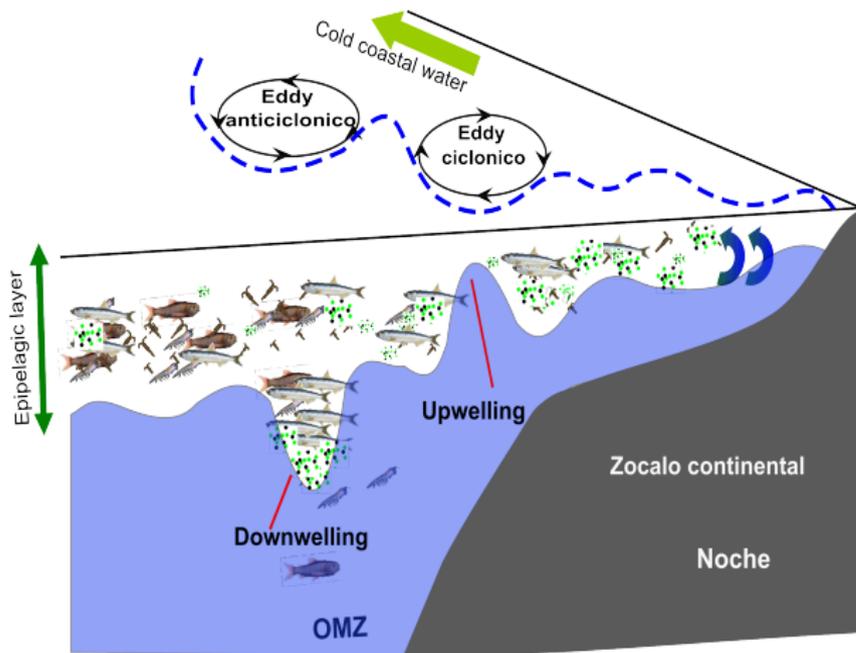
- Redemoinhos
- Zooplâncton

Estruturação de baixo para cima



- Redemoinhos
- Zooplâncton

Estruturação de baixo para cima

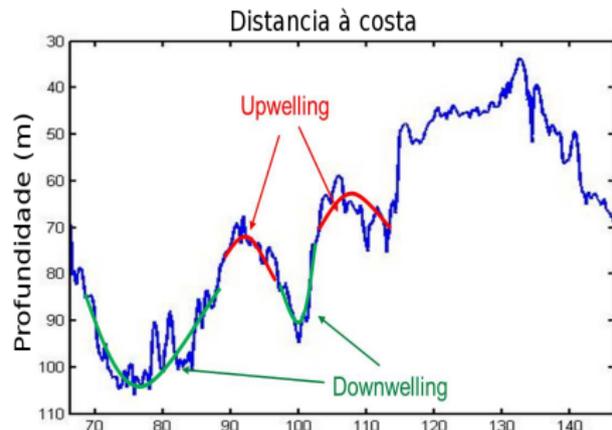


- Redemoinhos
- Zooplâncton

Necessidade de identificar estruturas

Processos físicos

- Duas escalas (meso e submesoescala)
- Estudos de mesoescala → dados de satélite
- Poucos estudos de submesoescala
- Método acustico → informação simultânea (processos físicos e biológicos)

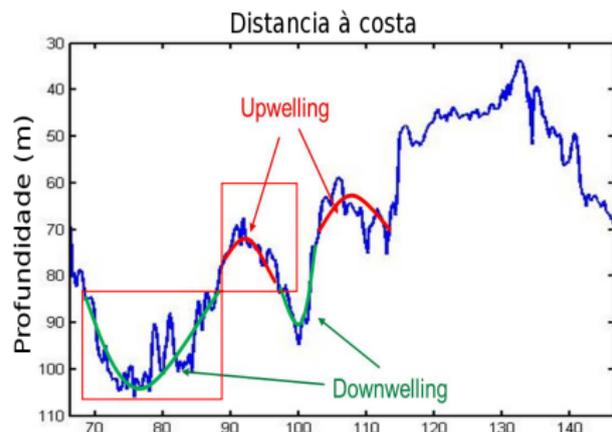


Necessidade de identificar estruturas

Processos físicos

- Duas escalas (meso e submesoescala)
- Estudos de mesoescala → dados de satélite
- Poucos estudos de submesoescala
- Método acustico → informação simultânea (processos físicos e biológicos)

▶ Jump to second slide



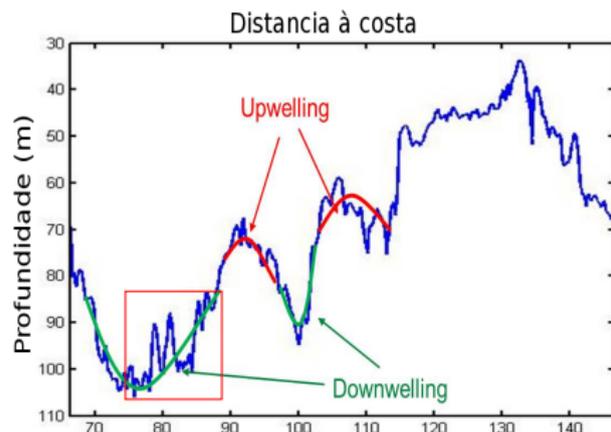
Estruturas pequenas dentro de estruturas grandes →
Processos multiescala

Necessidade de identificar estruturas

Processos físicos

- Duas escalas (meso e submesoescala)
- Estudos de mesoescala → dados de satélite
- Poucos estudos de submesoescala
- Método acustico → informação simultânea (processos físicos e biológicos)

▶ Jump to second slide



Estruturas pequenas dentro de estruturas grandes →
Processos multiescala

Uso de metodos

Métodos para identificar estruturas no espaço

Identificação multiescala: Variogramas - PCNM - Ondaletas

Comparação dos métodos Bellier et al. (2007) Variograma - PCNM

Grados et al. (submitido): Variograma - PCNM - Ondaletas
Resultados comparáveis → processos de meso e submesoescala
Ondaletas apresentam vantagem sobre os variogramas e
PCNM → posição no espaço

Uso de metodos

Métodos para identificar estruturas no espaço

Identificação multiescala: Variogramas - PCNM - Ondaletas

Comparação dos métodos Bellier et al. (2007) Variograma - PCNM

Grados et al. (submitido): Variograma - PCNM - Ondaletas
Resultados comparáveis → processos de meso e submesoescala
Ondaletas apresentam vantagem sobre os variogramas e PCNM → posição no espaço
Necessidade de métodos para identificar estruturas multiescala no espaço

▶ [Jump to second slide](#)

Objetivos

- 1 Desenvolver uma metodologia para identificar e extrair estruturas multi-escalas dos processos físicos

Objetivos

- 1 Desenvolver uma metodologia para identificar e extrair estruturas multi-escalas dos processos físicos
- 2 Fazer uma tipologia multiescala das estruturas dos processos físicos

Objetivos

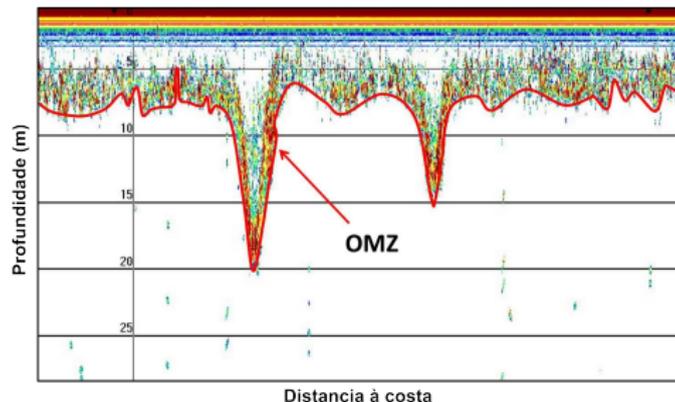
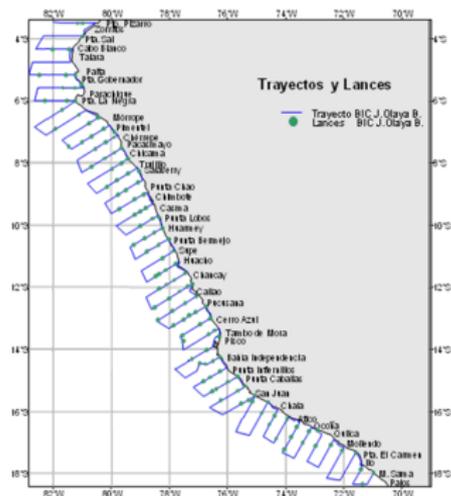
- 1 Desenvolver uma metodologia para identificar e extrair estruturas multi-escalas dos processos físicos
- 2 Fazer uma tipologia multiescala das estruturas dos processos físicos
- 3 Estudar o impacto dos processos físicos sobre a distribuição do zooplâncton

Dados do ECH

Frente às costas do Peru, Fevereiro e Abril 2005

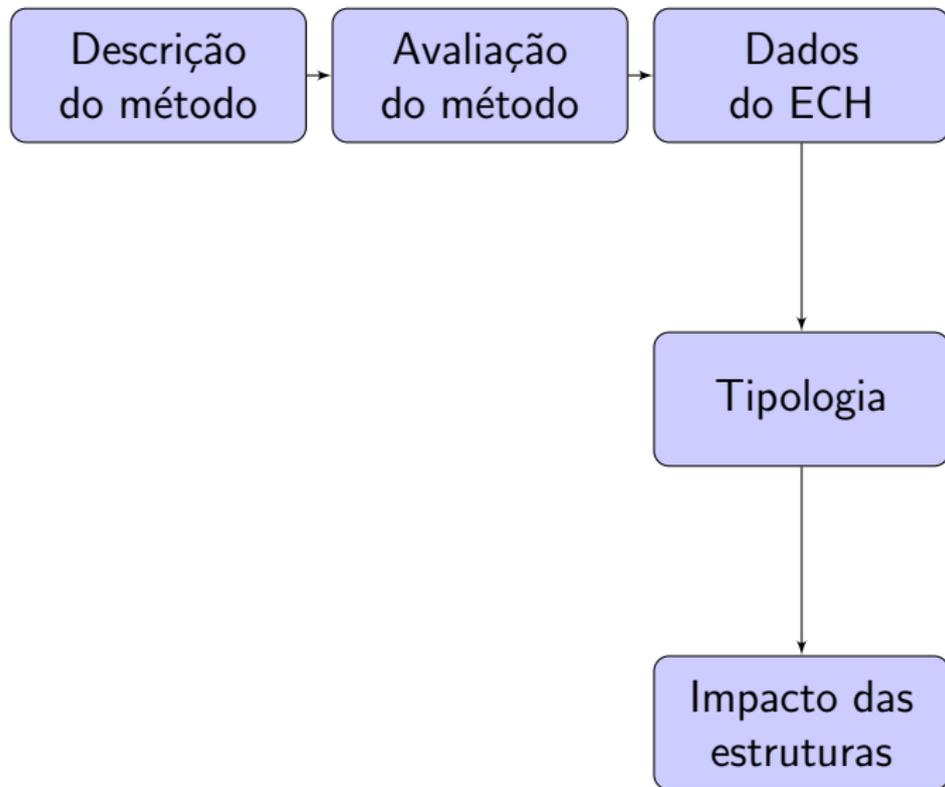
Dados do ECH

Frente às costas do Peru, Fevereiro e Abril 2005

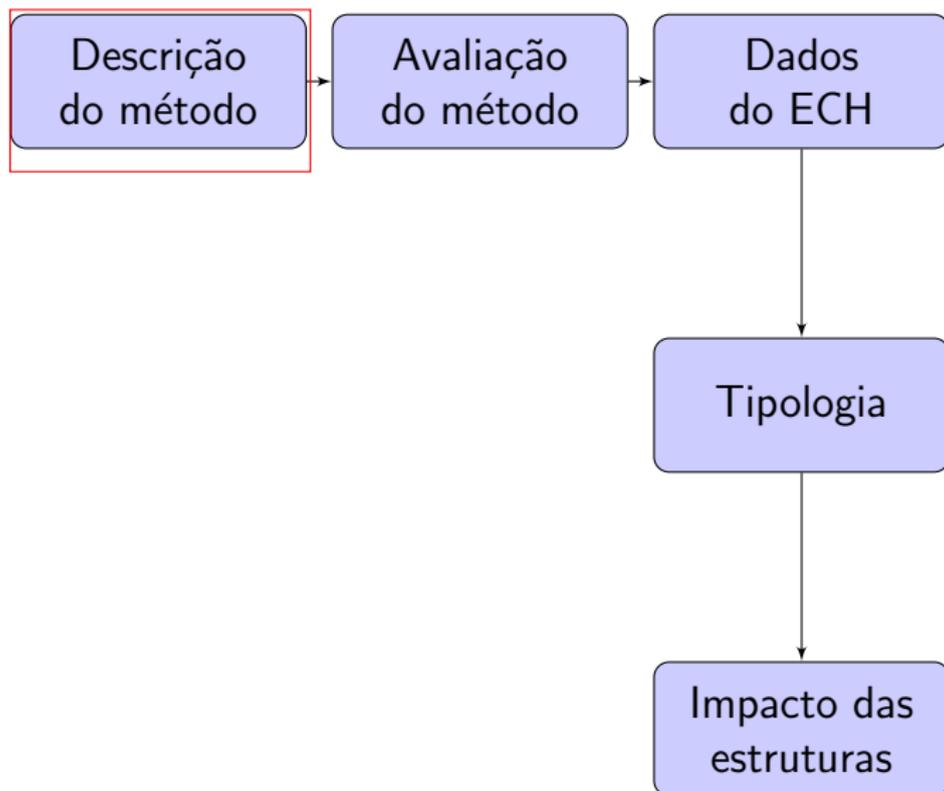


ZMO Bertrand et al., (2010) e Abundância zooplânkton
Ballon et al., (2011) → Informação simultânea

Estratégia de análise



Estratégia de análise



Descrição do método

Ondaletas → Séries não estacionárias (Torrence, Compo 1998)

Função ondaleta $\psi(t)$:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0 \quad (1)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 dt = 1 \quad (2)$$

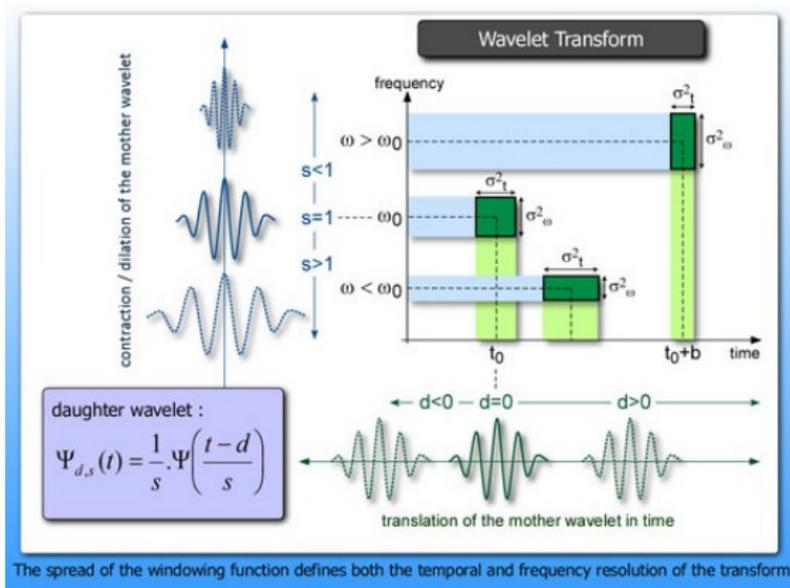
Conservação da variância (Daubechies, 1992)

Função ondaleta → $\psi(t)$ Decomposição para cada escala

Descrição do método

Eleição da família \rightarrow (Morlet) $\psi_0(\eta) = \pi^{-1/4} e^{i\omega_0\eta} e^{-\eta^2/2}$

Transformada Ondaleta $\rightarrow \omega_x(a, \tau) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi * \left(\frac{t-\tau}{a}\right) dt$



Descrição do método

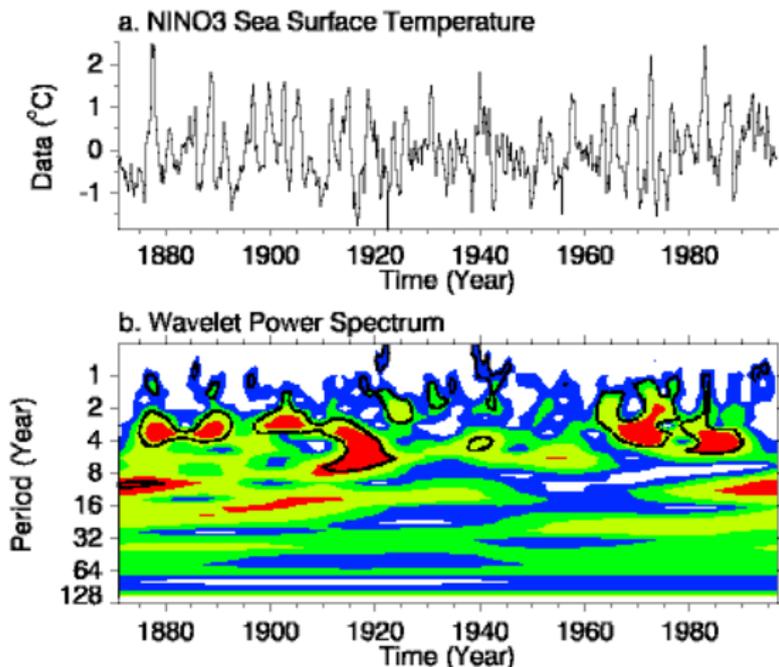
Representação do espectro $\rightarrow |\omega_x(a, \tau)|^2$

Fonte: Torrence and Compo (1998)

Descrição do método

Representação do espectro $\rightarrow |\omega_x(a, \tau)|^2$

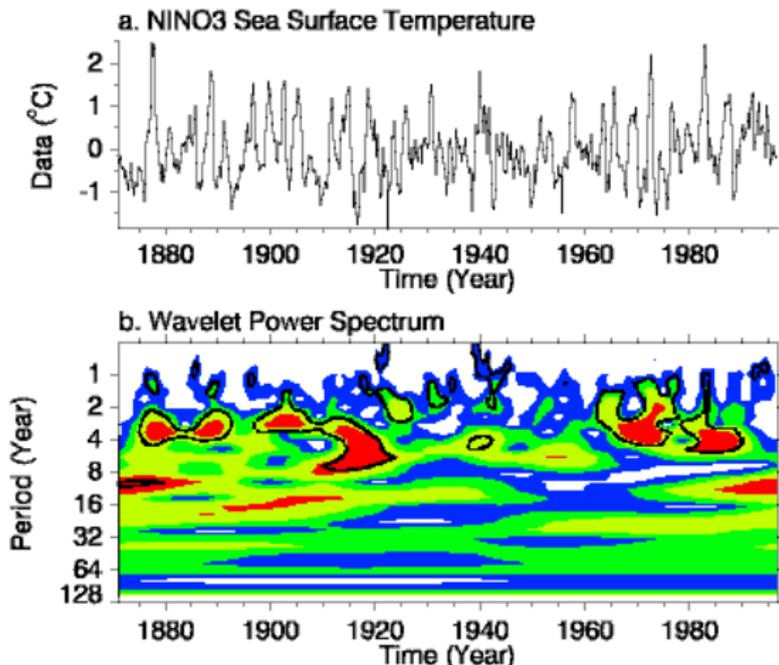
Fonte: Torrence and Compo (1998)



Descrição do método

Representação do espectro $\rightarrow |\omega_x(a, \tau)|^2$

Fonte: Torrence and Compo (1998)

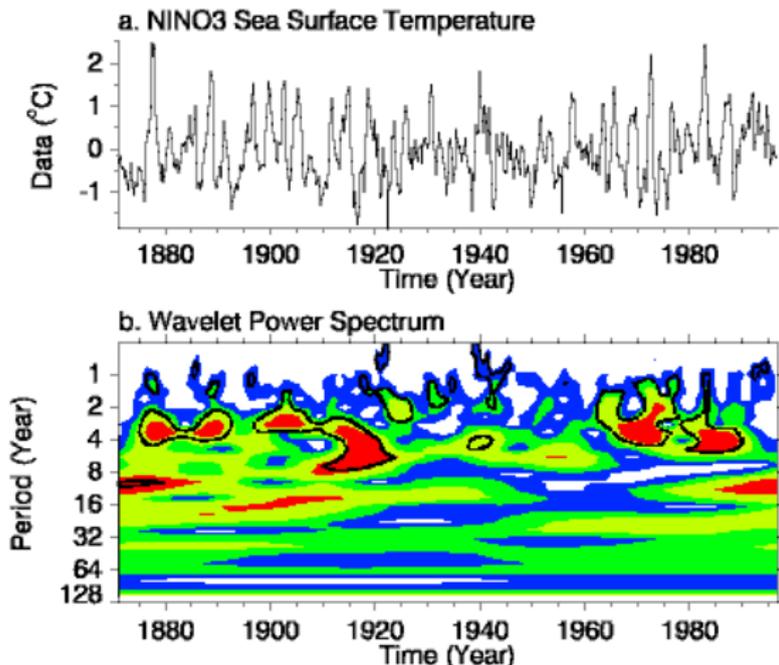


Distribuição
tempo-escala

Descrição do método

Representação do espectro $\rightarrow |\omega_x(a, \tau)|^2$

Fonte: Torrence and Compo (1998)



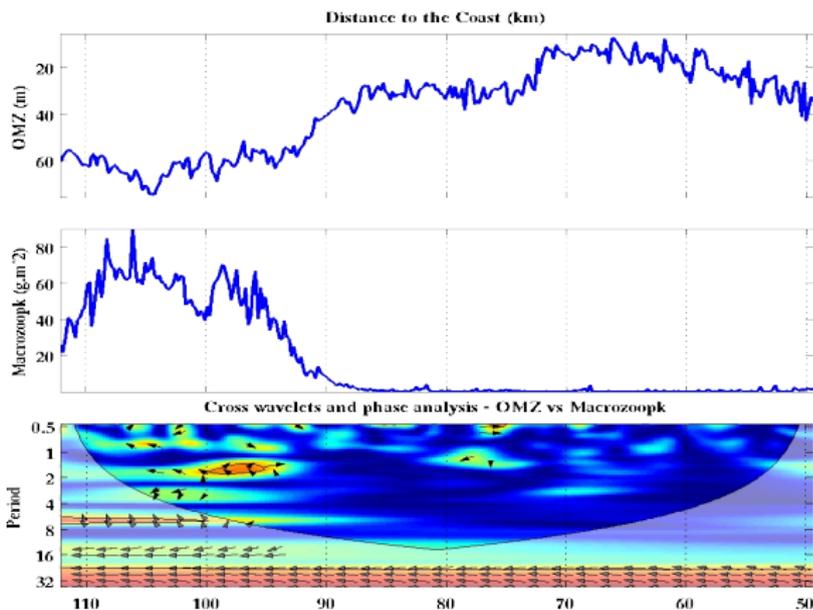
Distribuição
tempo-escala
zonas significativas

\rightarrow Processo
autoregressivo

$$x_n = \alpha x_{n-1} + z,$$

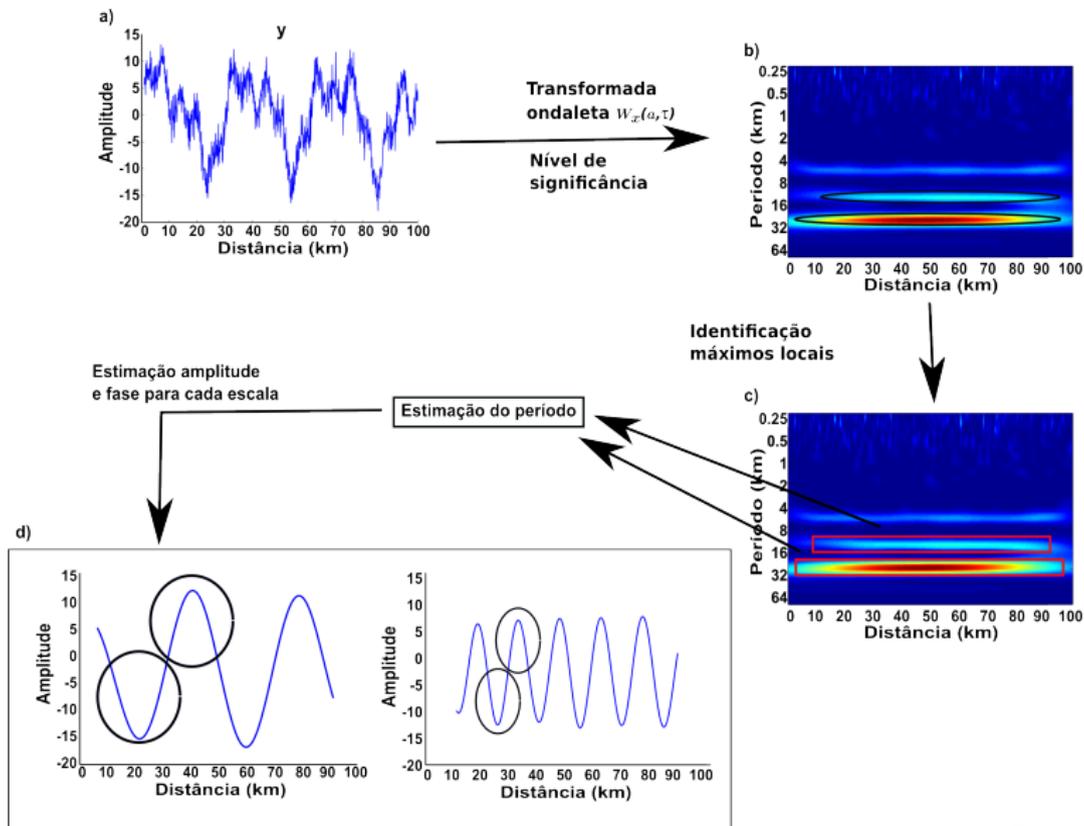
$$z \sim N(0, 1)$$

wavelets

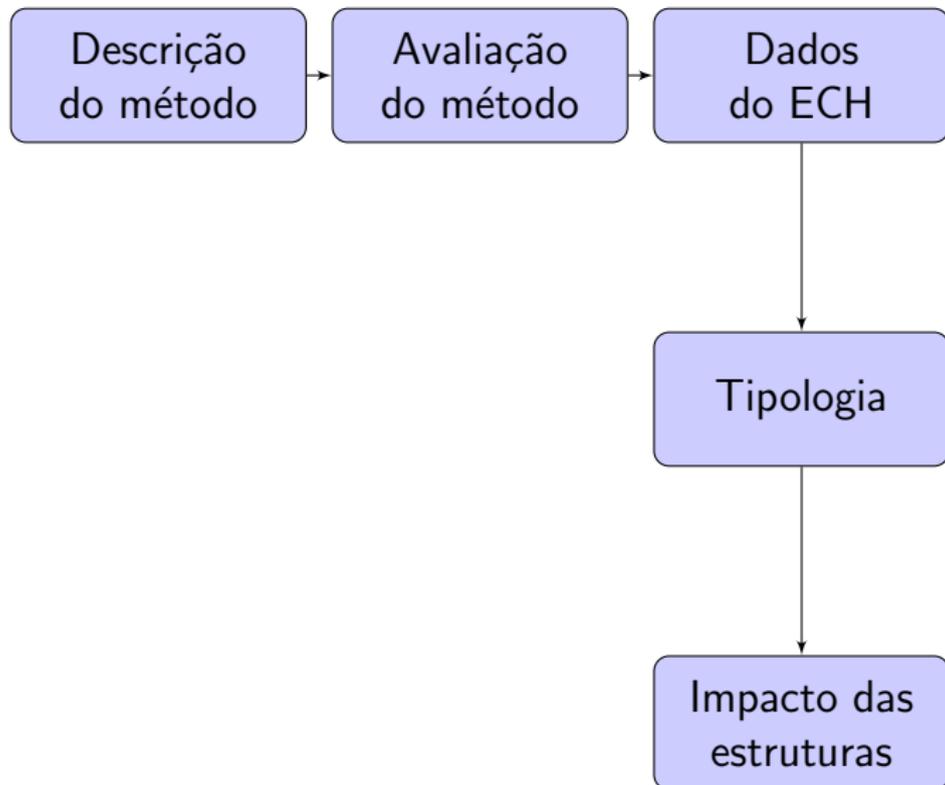


- Já feito sobre dados contínuos
- Agora → identificar zonas significativas
- Como identificar?

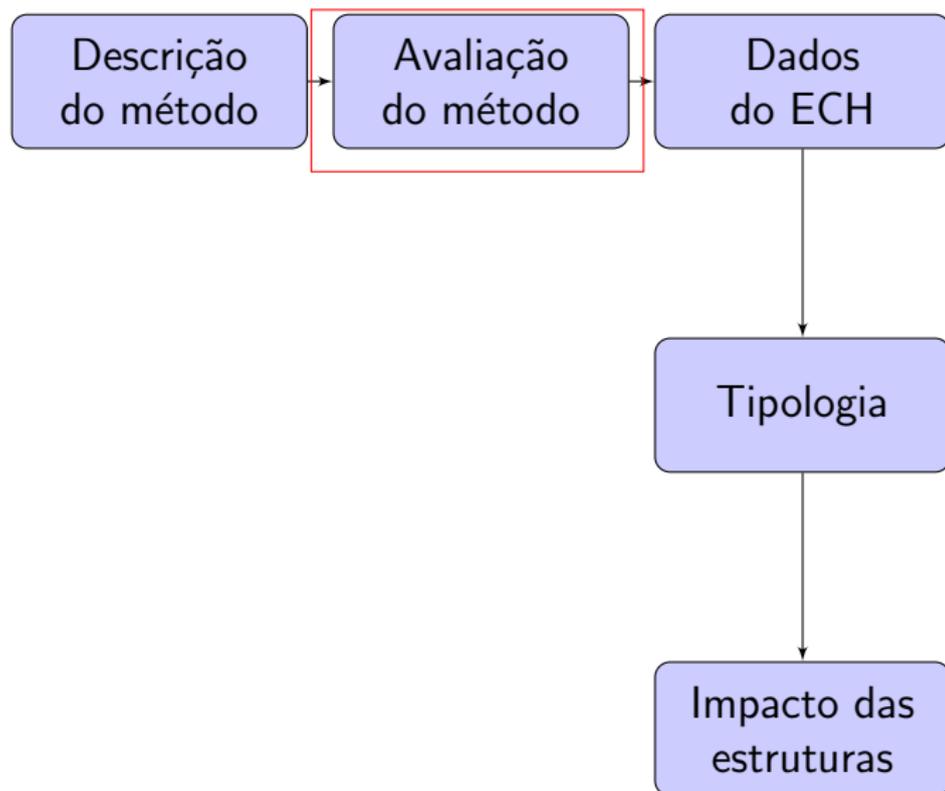
Descrição do método



Estratégia de análise



Estratégia de análise



Avaliação do método

Avaliar a capacidade do método de identificar estruturas

- Sem ruído: $y_{sim} = Ampl \times seno(per)$
- Ruído branco: $y_{sim} = Ampl \times seno(per) + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, 1)$
- Ruído vermelho: $y_{sim} = Ampl \times seno(per) + Ar(1)$

Relação com os processos físicos

- Período \rightarrow Tamanho da estrutura
- Amplitude \rightarrow Altura da estrutura

$$EQM = \frac{1}{N_{sim}} \sum_{i=1}^{N_{sim}} (\theta - \hat{\theta})^2 \quad (3)$$

Resultados - validação do método

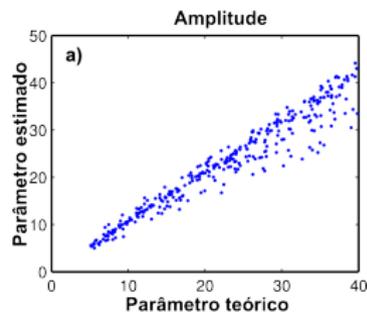
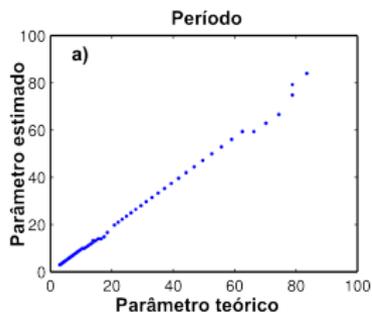
Método: capacidade de identificar estruturas

Estimação

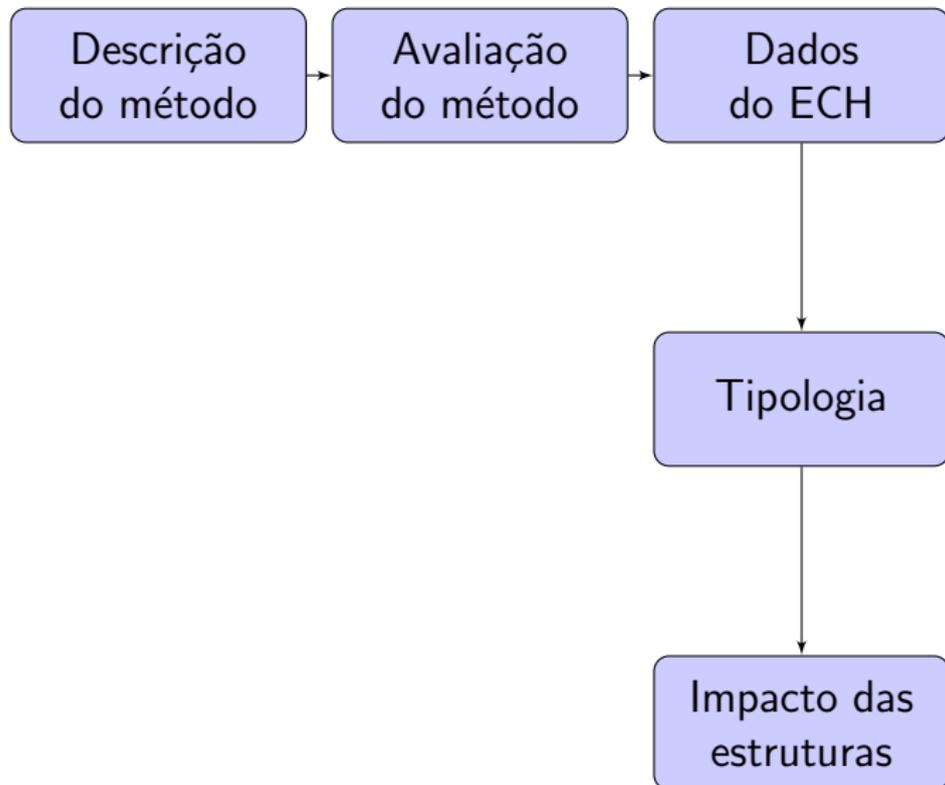
Modelo	Período	Ampl.
Puro	99%	99%
Branco	97%	97%
Vermelho	93%	93%

Erro quadrado médio

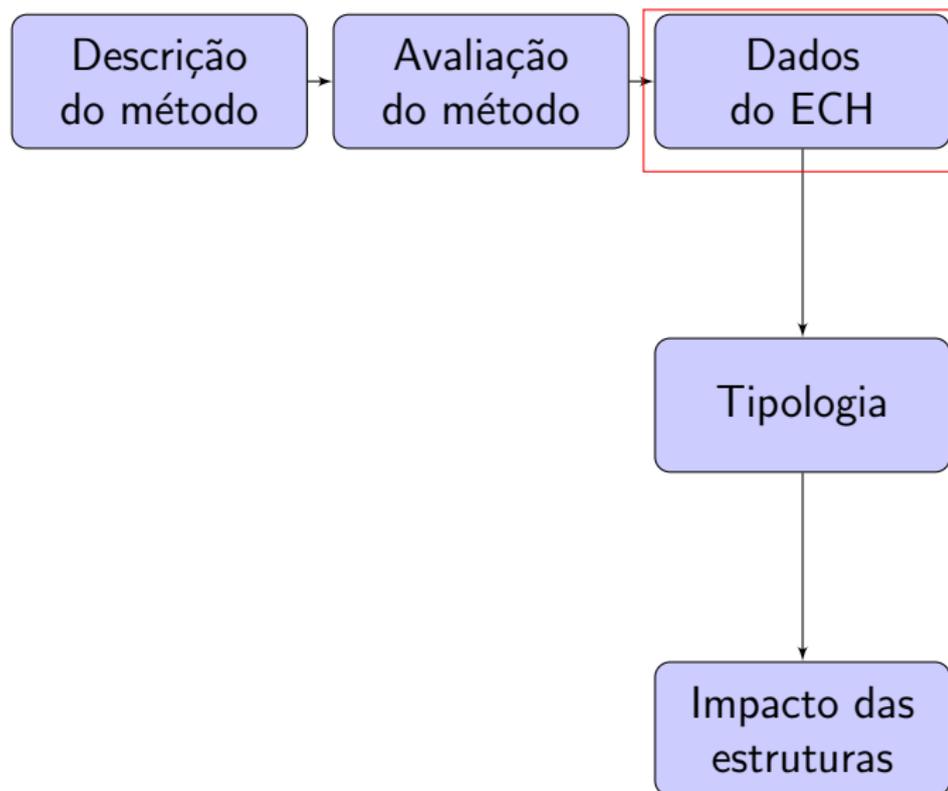
Modelo	Período	Ampl.
Puro	2.7	3.2
Branco	2.5	5.6
Vermelho	2.8	12.7



Estratégia de análise



Estratégia de análise



Dados do ECH

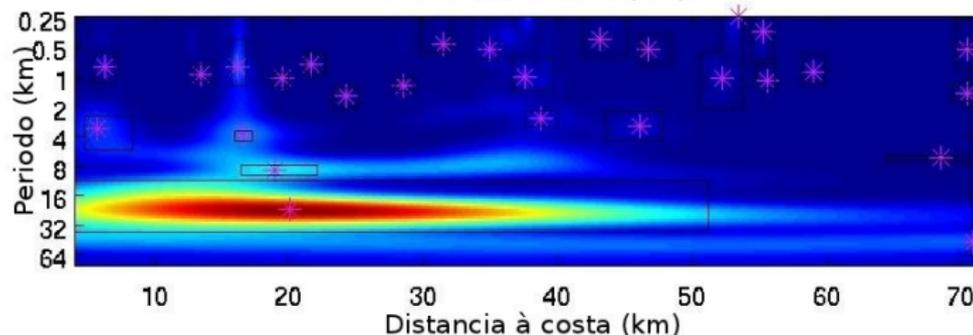
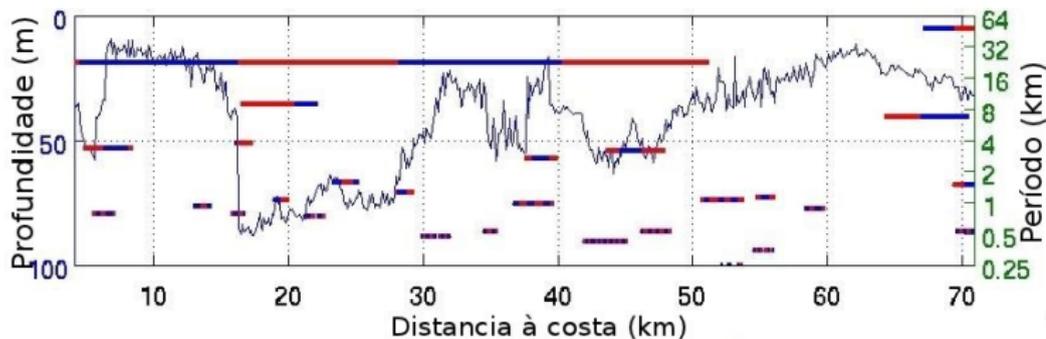
Variáveis estimadas do ECH → ZMO e abundância do zooplâncton

Informação simultânea

Variável utilizada

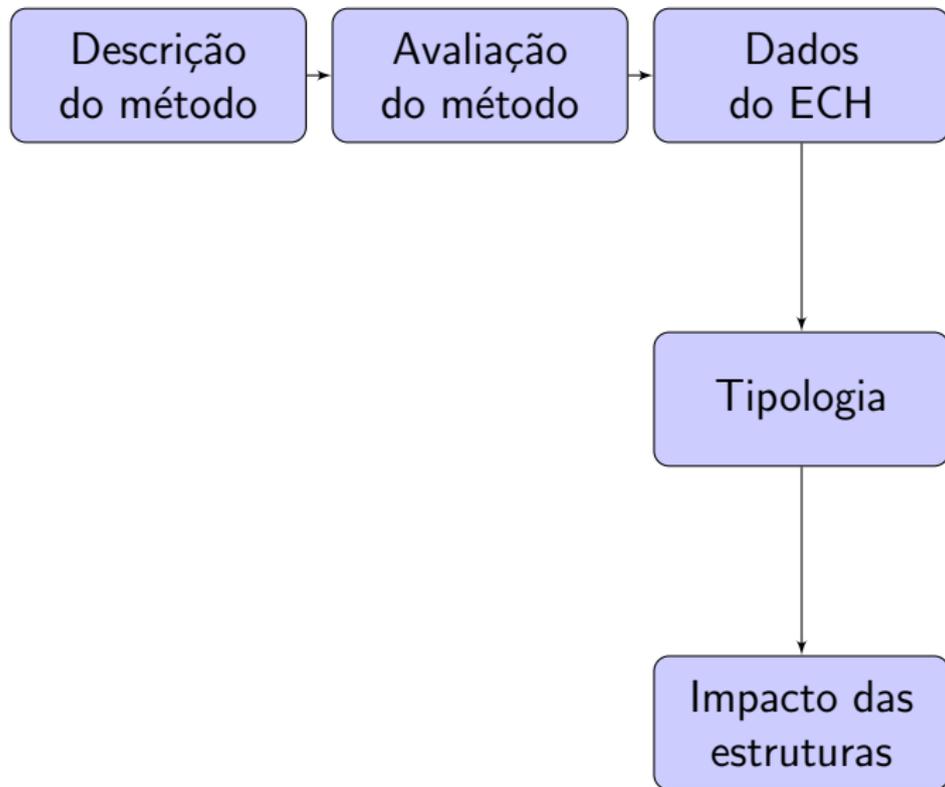
- ZMO → Limite superior da zona de mínimo oxigênio: estimação dos processos físicos

Resultados - aplicação à ZMO

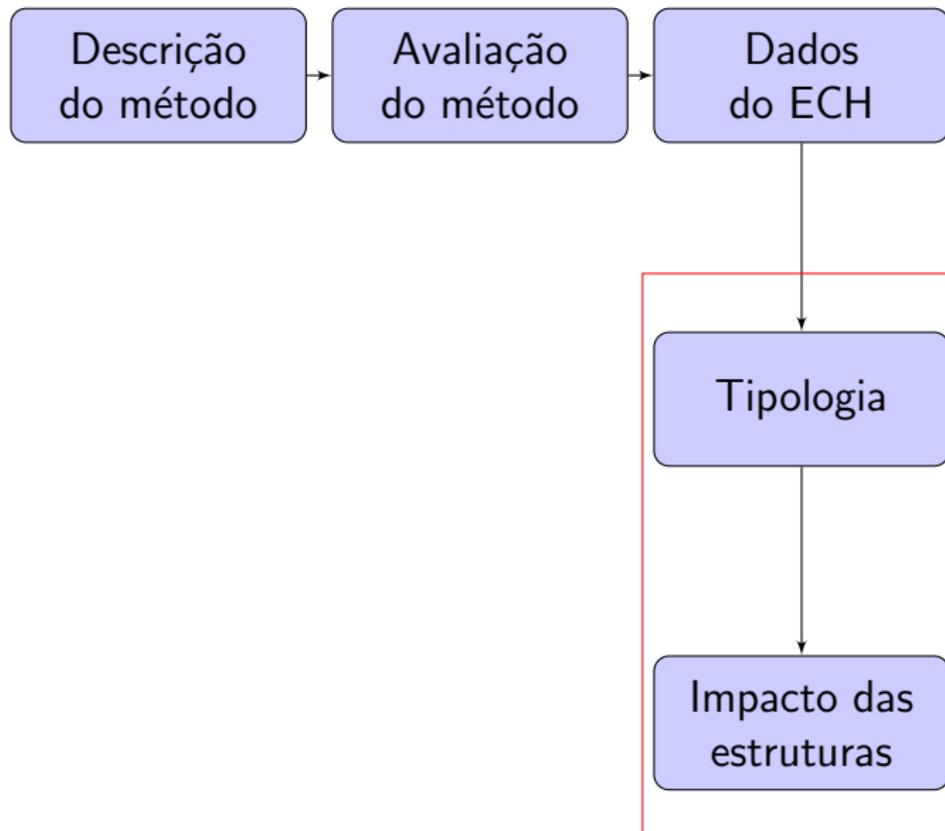


Número de estruturas → 1365 ao longo do ECH [▶ Jump to second slide](#)

Estratégia de análise



Estratégia de análise



Tipologia das estruturas físicas

Modelo → Variáveis endógenas e exógenas

Variáveis endógenas: Tamanho, altura, profundidade, razão (tamanho, profundidade)

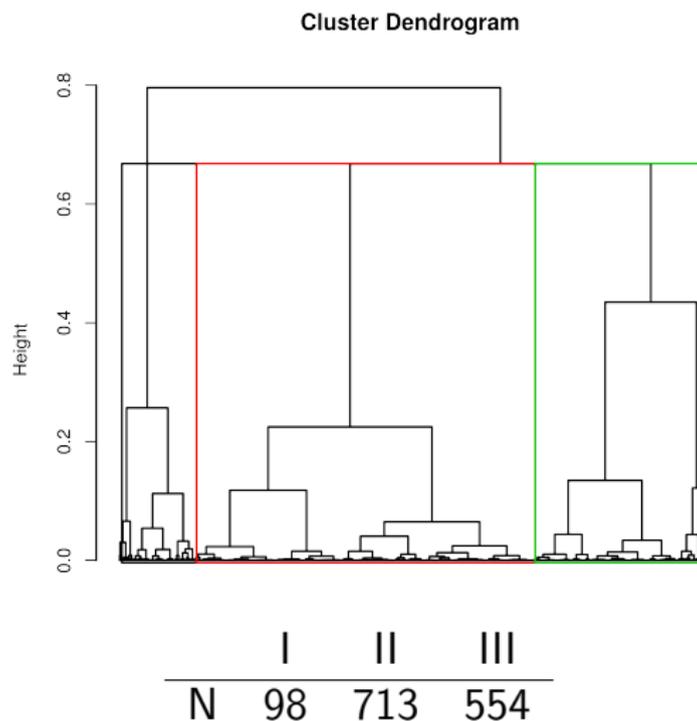
Variáveis exógenas: Latitude, longitude, Distância à costa, média zooplâncton

Variáveis usadas para tipologia → Endógenas

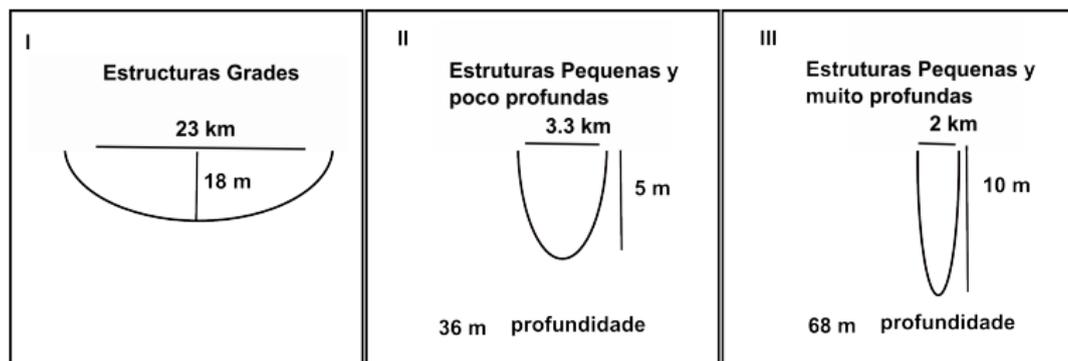
Tipologia

- Proposta de Husson et al. (2010) → ACP, cluster e partição de cluster
- X → ACP → Análise cluster e particionamento de cluster
- Grupo de estruturas físicas

Resultados - tipologia de estruturas



Resultados - tipologia de estruturas



Estruturas mesoescala

- Estruturas de mesoescala → ate 80 km

Estruturas submesoescala

- Dois tipos → pouco e muito profundas

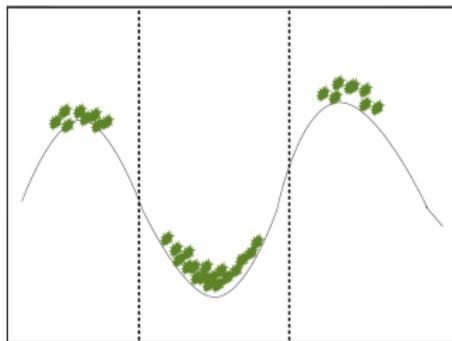
Impacto dos processos físicos sobre o zooplâncton

Dentro de cada grupo identificado

- Análises de variância → estudar efeito do dia, zona, tipo de onda sobre a distribuição do zooplâncton

Variáveis resposta para anova

- Abundância de zooplâncton
- Diferencial de zooplâncton



Resultados - Impacto sobre o zooplâncton

Grupo I - Mesoescala

- Mais abundância: Noite > Dia, Fora da costa > Costa
- Downwelling > Upwelling

Grupo II - III submesoescala

- Mais abundância: Noite > Dia, Fora da costa > Costa
- Downwelling > Upwelling

Estruturas de submesoescala mais profundas agregam mais zooplâncton

Impacto dos processos físicos sobre o zooplâncton

K-Cruzada de Ripley

- Análise de agregação ou repulsão dos processos físicos sobre os processos biológicos

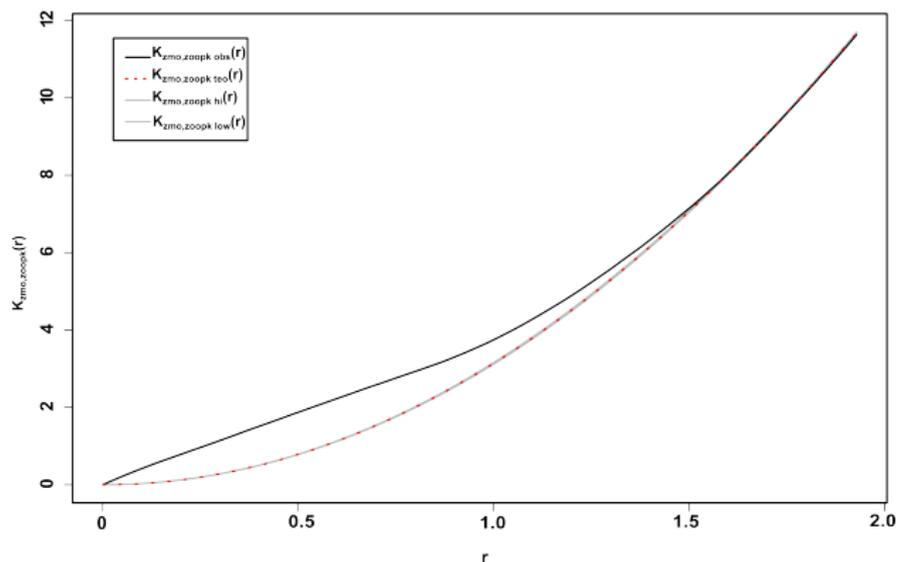
Variáveis utilizadas - localização no espaço da estrutura

- ZMO
- Abundância de zooplâncton

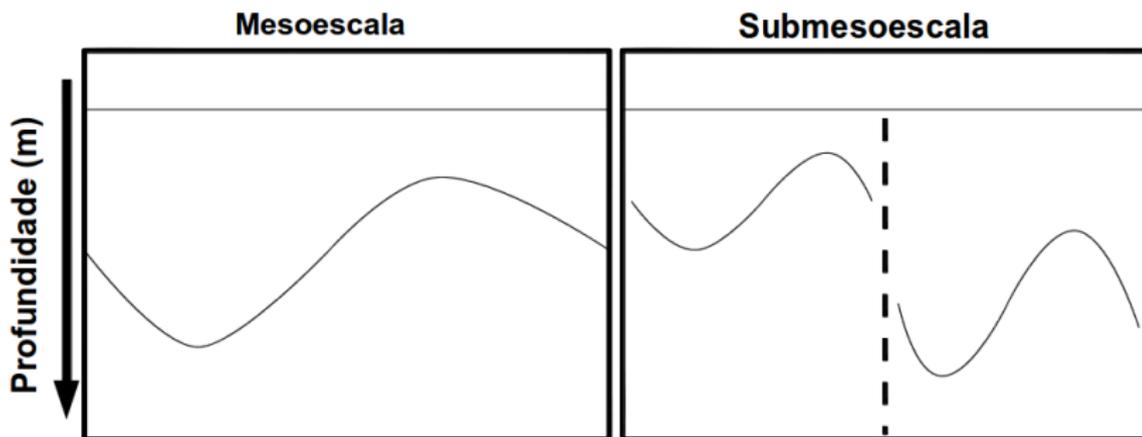
Resultados K-cruzada de Ripley

O Análise K-cruzada de Ripley → agregação dos processos físicos sobre o zooplâncton

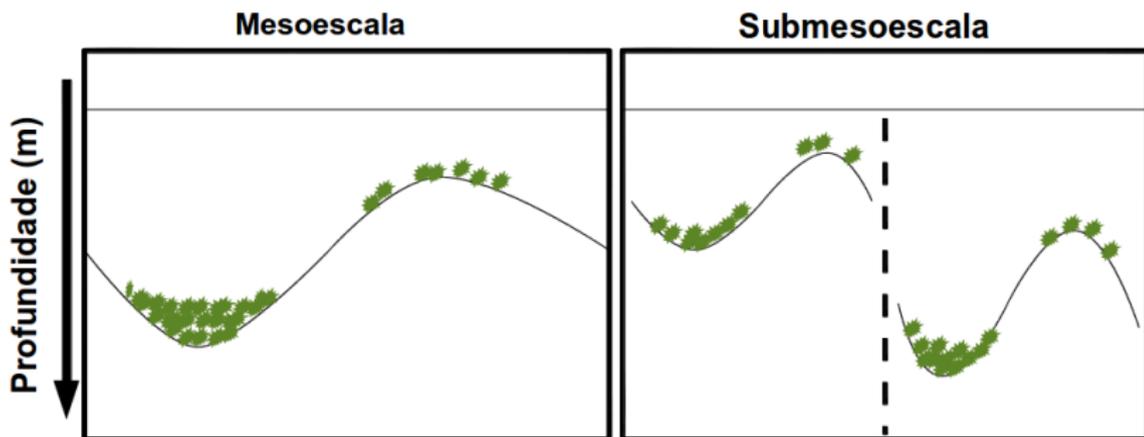
test of marked Poisson model



Conclusões



Conclusões



Conclusões

- O método tem a capacidade de identificar e extrair estruturas (Downwelling e upwelling) de meso e submesoescala dos processos físicos
- Existem três tipos de estruturas → grandes estruturas (mesoescala) e pequenas estruturas com diferencia na profundidade (submesoescala)
- Estruturas pequenas e profundas de downwelling tem a capacidade de agregar mais zooplâncton



Bibliografia

- Ballon, M; Bertrand, A; Lebourges-Dhaussy, A; Gutiérrez, M; Ayón, P; Grados, D; Gerlotto, F. (2010) Is there enough zooplankton to feed forage fish populations off Peru? An acoustic (positive) answer. **Progress in Oceanography**. doi: 10.1016/j.pocean.2011.03.001. 2011.
- Bellier, E; Monestiez, P; Durbec, J. (2007) Identifying spatial relationships at multiple scales: principal coordinates of neighbour matrices (PCNM) and geostatistical approaches, **Ecography** 30, 385-399.
- Bertrand, A; Ballon, M; Chaigneau, A. (2010) Acoustic Observation of Living Organisms Reveals the Upper Limit of the Oxygen Minimum Zone. **PLoS ONE**, v.5, p.e10330.

Bibliografia

- Daubechies, I. (1992) The wavelet transform time-frequency localization and signal analysis, **IEEE Transactions on Information Theory**, 36, 961-1004.
- Departamento de pesca 1995. Código de conducta para la pesca responsable. **FAO**, Roma
- Grados, D; Fablet, R. et al., (Submit). Multiscale characterization of spatial relationships between oxycline depth, macrozooplankton and forage fish off Peru using geostatistics, PCNMs and wavelets. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**
- Halpern, B; Walbridge, S; Selkoe, K; et al. (2008) A global map of human impact on marine ecosystems, **Science** 319, 948-952

Bibliografia

- Pikitch, E; Santora, C; Babcock, E; et al. (2004) Ecosystem-based fishery management, **Science** 305, 346-347
- Torrence, C; Compo. (1998) G. A practical guide to wavelet analysis, **Bulletin of the American Meteorological Society**, 79, 61-78.

MUITO OBRIGADO!!!