

FISB24

Introdução à Oceanografia Física Descritiva

Mauro Cirano

ICE (°F) 40 50 60 70 80 90



Conceitos Gerais

- Historicamente a **oceanografia** é dividida em 4 grandes áreas: a física, a biológica, a química e a geológica
- A **oceanografia física descritiva** foca no estudo do oceano baseado tanto em observações como em resultados de modelos numéricos da circulação. A ideia aqui é descrever o movimento nos fluidos da forma mais qualitativa possível
- A **oceanografia dinâmica**, por sua vez, se preocupa com o entendimento dos processos que governam o movimento nos fluidos. Isto é feito tanto através de estudos teóricos, como através de estudos de processo, com base em simulações numéricas



Motivação e evolução da Oc. Fis.

- Existem inúmeros motivos para se estudar os oceanos:
 - Correntes e ondas afetam a navegação e tem que ser levados em consideração na construção de piers, quebra-ondas e várias estruturas costeiras
 - A grande capacidade do oceano em armazenar calor tem um papel importante no clima do planeta
 - Os oceanos e a atmosfera interagem em escalas de tempo diversas, indo desde a pequena para a grande escala (e.g. El Niño)



Motivação e evolução da Oc. Fis.

- O conhecimento do movimento dos oceanos e das propriedades da água do mar é fundamental para o entendimento dos processos descritos anteriormente. Isto inclui:
 - Os principais sistemas de correntes oceânicas e suas flutuações de velocidade e posição
 - As variações das correntes costeiras
 - Os movimentos de subida e descida das marés e suas correntes associadas
 - As ondas geradas por ventos e terremotos
 - As alterações de temperatura e salinidade que podem, por sua vez, afetar os movimentos verticais



Motivação e evolução da Oc. Fis.

- As alterações de densidade, que por sua vez, também afetam os movimentos horizontais, através da distribuição horizontal da pressão
- O Gelo marinho, que está associado a vários processos físicos particulares e é importante para a navegação, circulação oceânica e clima
- E outras substâncias dissolvidas, como oxigênio, nutrientes e até alguns aspectos biológicos como a clorofila, que também são usados para o estudo da física dos oceanos



Motivação e evolução da Oc. Fis.

- Grande parte do conhecimento adquirido em oceanografia física baseia-se na acumulação de dados, durante os últimos 150 anos, com um grande aumento da coleta de dados *in situ* começando em 1950 e sendo ampliada com as medições por satélites em 1970
- Historicamente, os navegadores sempre estiveram preocupados em como as correntes oceânicas afetavam a sua navegação, assim como as variações da temperatura oceânica e as condições da superfície dos oceanos

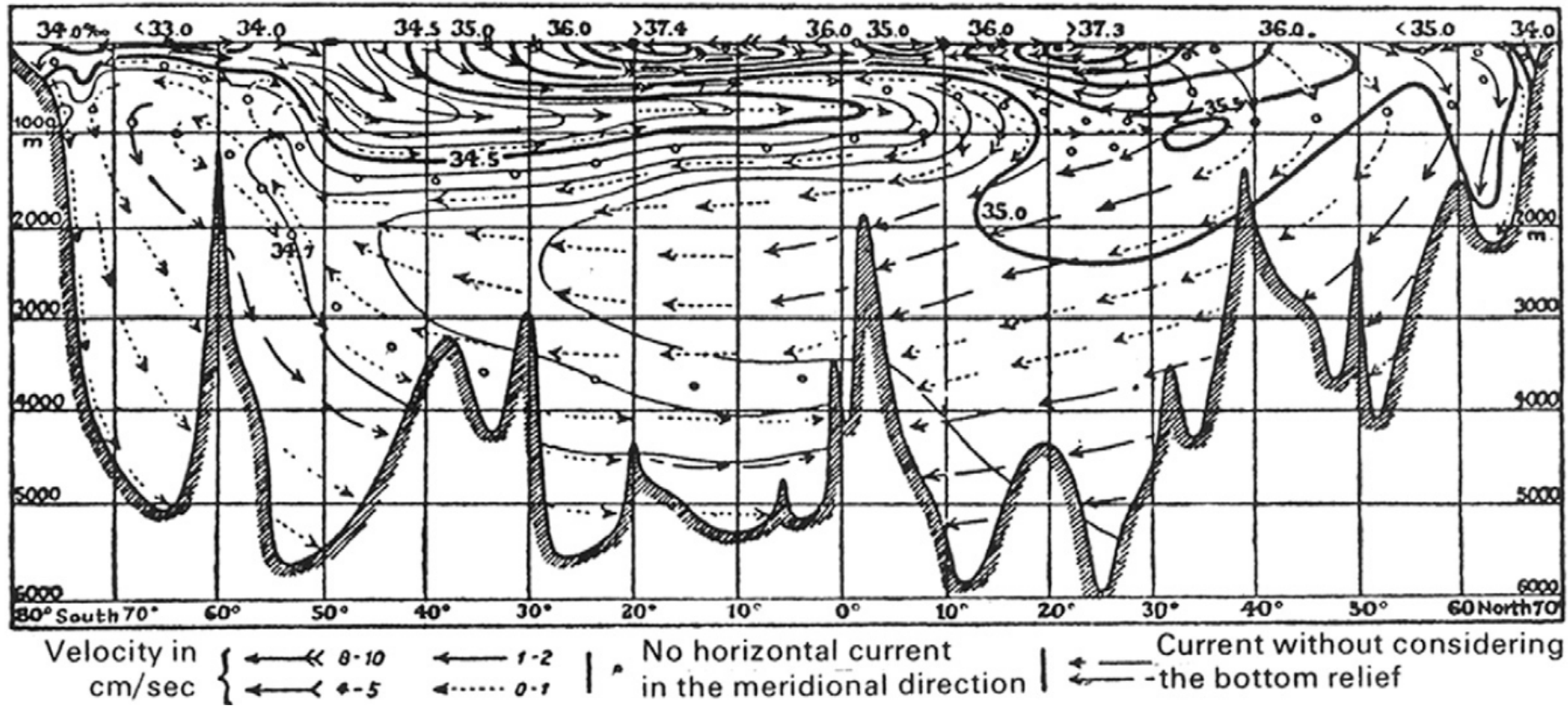


Motivação e evolução da Oc. Fis.

- Existem vários relatos de observações científicas em várias viagens no final do século XVIII, mas geralmente atribui-se a **Mathew Fontaine Maury – (1855) – The Physical Geography of the Sea** o início das observações sistemáticas das correntes oceânicas com base nos registros de navegação
- A primeira grande expedição com o intuito específico de estudar os aspectos científicos dos oceanos ocorreu entre 1872 a 1876 no *HMS Challenger* através da sua viagem de circum-navegação
- No âmbito da oceanografia física, a primeira expedição científica que se tem relato é a do *FS Meteor* entre 1925 a 1927 para o Oceano Atlântico



Mapa da Corrente do Golfo publicado por Mathew F. Maury em 1855. <https://archive.org/details/physicalgeograph01maur>



Estrutura da célula de circulação meridional do Oceano Atlântico descrita por Merz e Wüst (1923) e que motivou a expedição do *FS Meteor* entre 1925 - 1927. Extraído de Talley et al (2011)

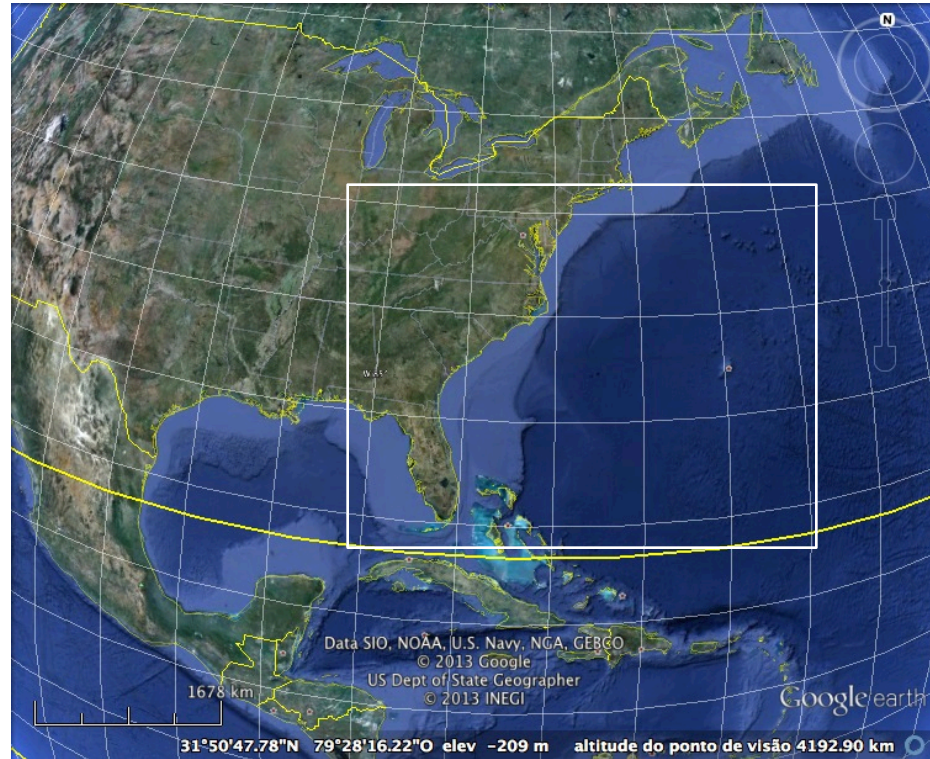


Motivação e evolução da Oc. Fis.

- O período pós-guerra (1940 – 1960) foi caracterizado pela produção de uma grande quantidade de dados e pelo entendimento teórico da circulação de larga escala
- Com o advento dos fundeios e das observações por satélite (1960 – 1970), foi também dado ênfase aos processos em escalas menores, chamados de **meso-escala**
- A partir desta data, as plataformas de observação se ampliaram, incluindo os satélites globais e instrumentos de observação autônomos
- As próximas décadas serão caracterizadas pela descrição de fenômenos e o seu modelamento em escalas espaço/temporais cada vez menores

As escalas dos fenômenos oceanográficos

- A Corrente do Golfo (CG) é uma **Corrente de Contorno Oeste** associada ao giro subtropical do Atlântico Norte



As escalas dos fenômenos oceanográficos

- A Corrente do Golfo (CG) é uma **Corrente de Contorno Oeste** associada ao giro subtropical do Atlântico Norte
- A CG tem uma largura de 100 km e uma extensão de milhares de km
- Os seus meandros e vórtices tem escalas espaciais de cerca de 100 km e evoluem em escalas de tempo da ordem de semanas
- A noção de permanência da CG fica mais aparente quando são aplicadas médias temporais ao campo de temperatura e velocidade

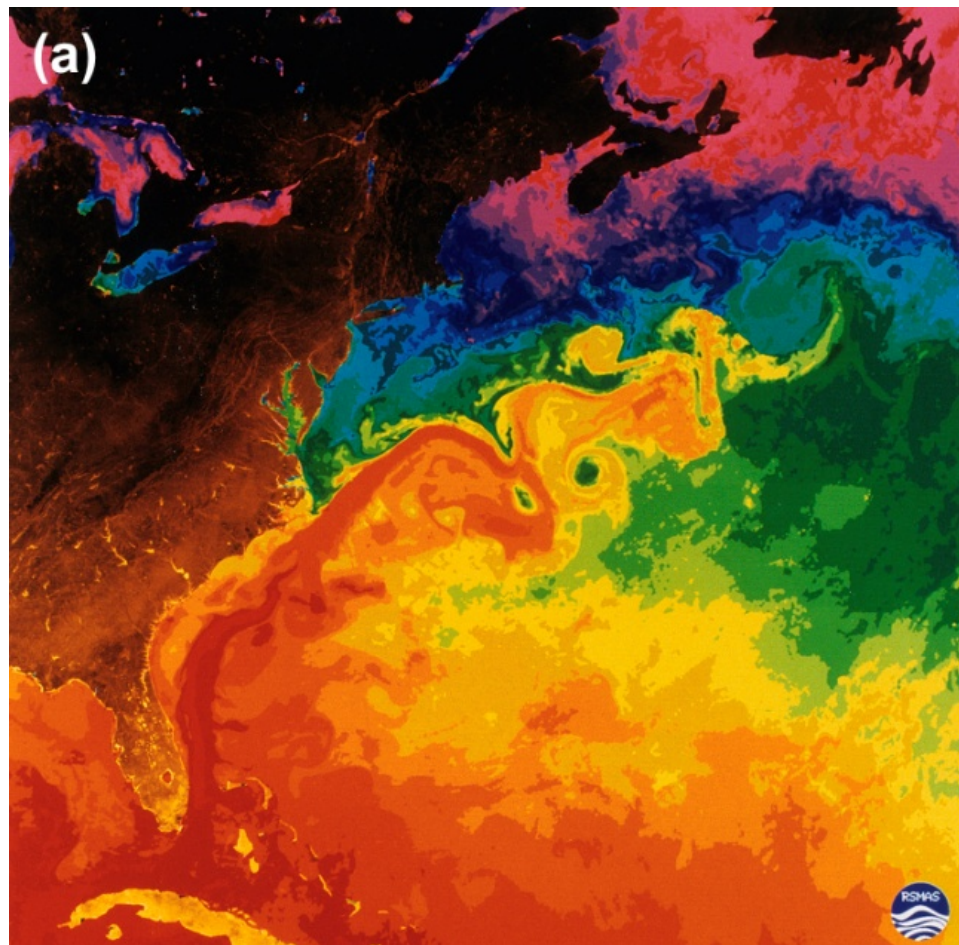
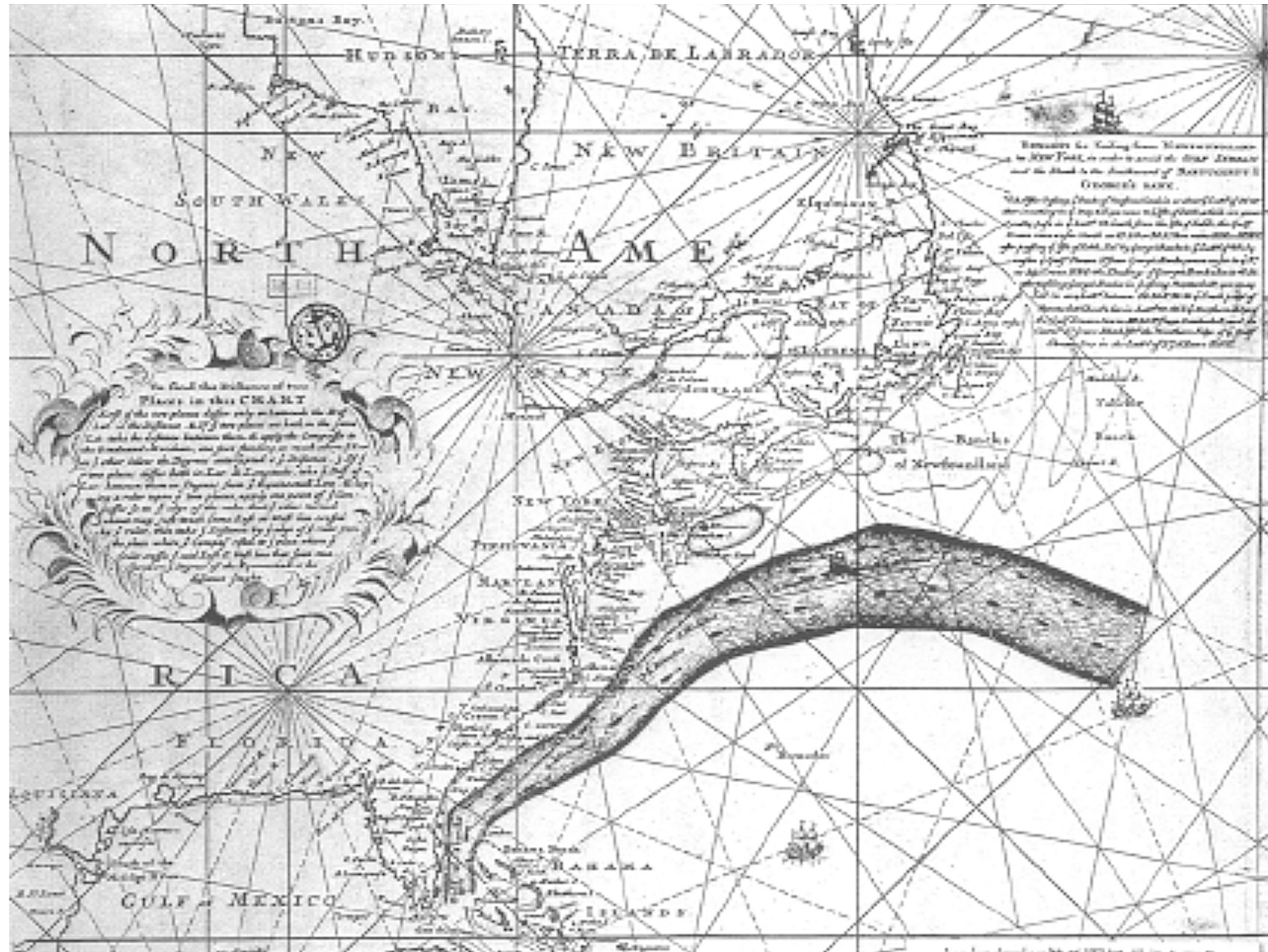


Imagem TSM obtida pelo sensor AVHRR para a região da Corrente do Golfo. Extraído de Talley et al (2011).

As escalas dos fenômenos oceanográficos

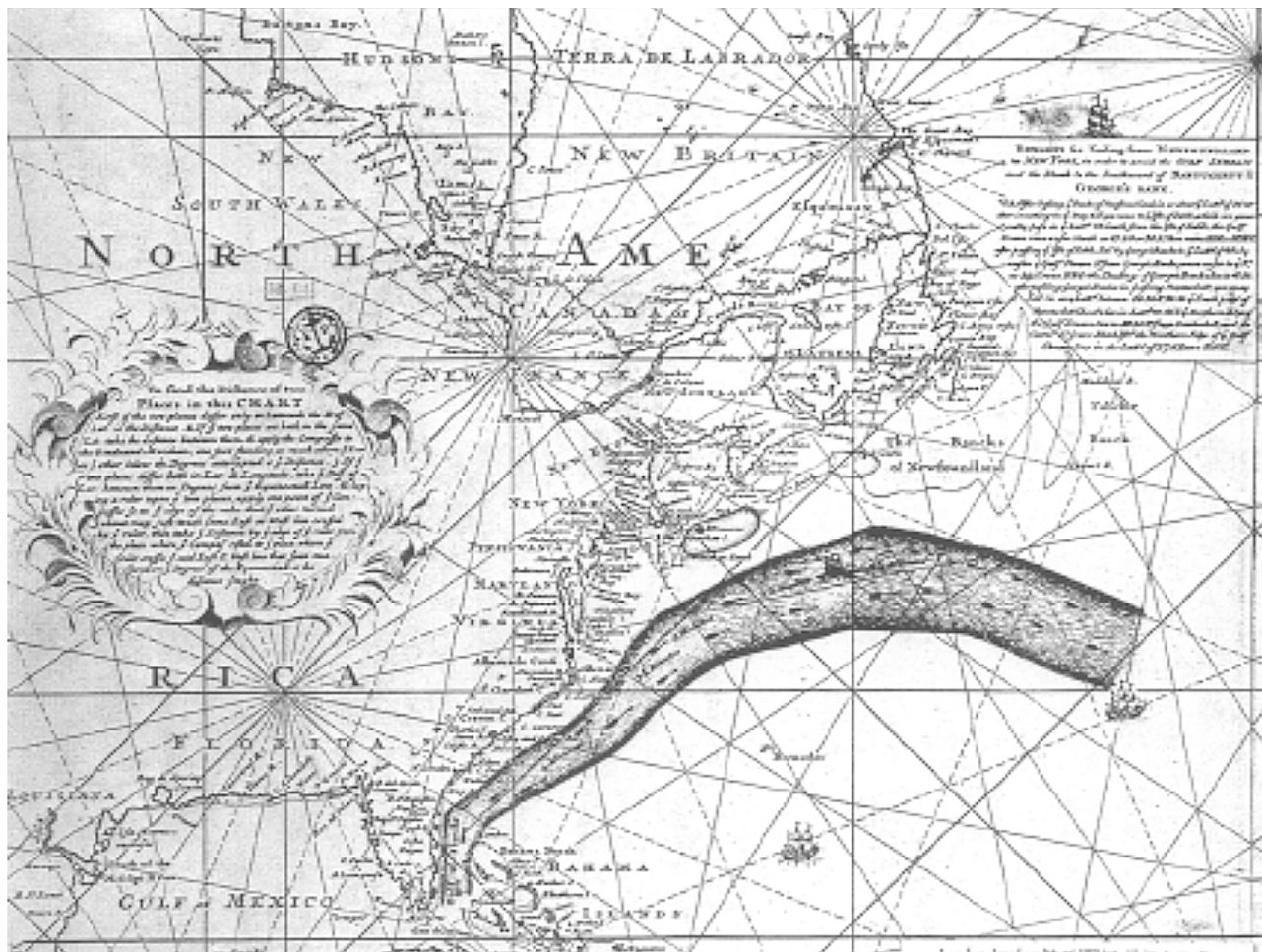
- O primeiro mapeamento da CG foi feito por Benjamin Franklin em 1769
- A corrente foi caracterizada por ser estreita ao longo da costa dos EUA e por se alargar a medida que flui para norte
- Ao aplicarmos a média, temos a impressão de que a corrente se alarga



Mapa descrevendo a CG de acordo com Franklin-Folger. Extraído de Richardson (1980a).

As escalas dos fenômenos oceanográficos

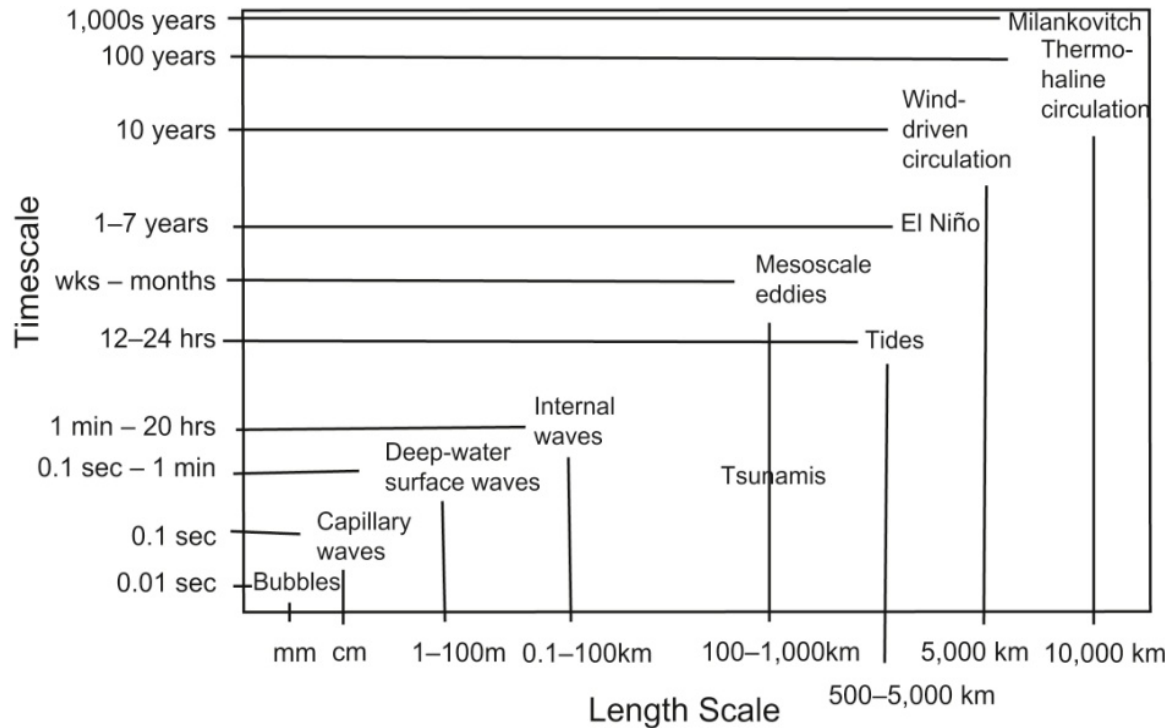
- Os padrões médios da CG obtidos atualmente são muito próximos do padrão obtido 200 anos atrás



Mapa descrevendo a CG de acordo com Franklin-Folger. Extraído de Richardson (1980a).

As escalas dos fenômenos oceanográficos

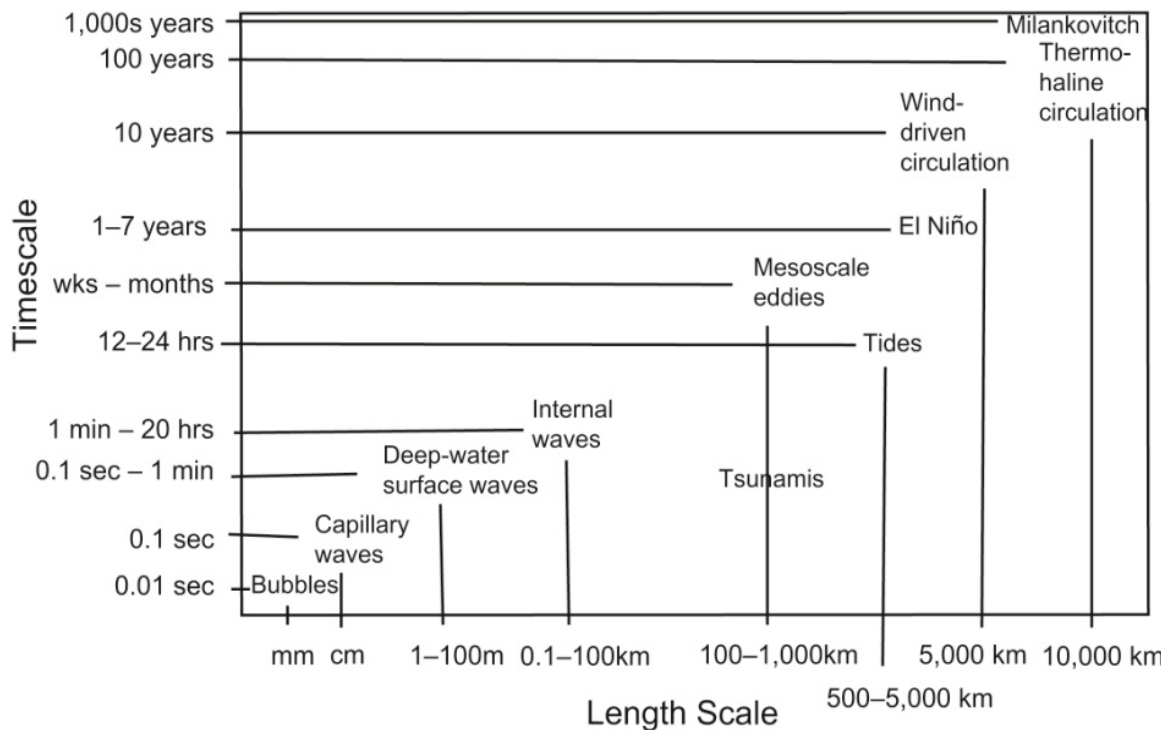
- As menores escalas estão associadas à mistura molecular
- Em escalas macroscópicas de **cm** temos microestruturas e ondas capilares
- Escalas um pouco maiores incluem as ondas superficiais, seguidas pelas ondas internas
- Ondas internas e marés tem a mesma escala temporal, mas as marés tem escalas espaciais maiores



As escalas espaço-temporais dos fenômenos físicos em oceanografia. Extraído de Talley et al (2011).

As escalas dos fenômenos oceanográficos

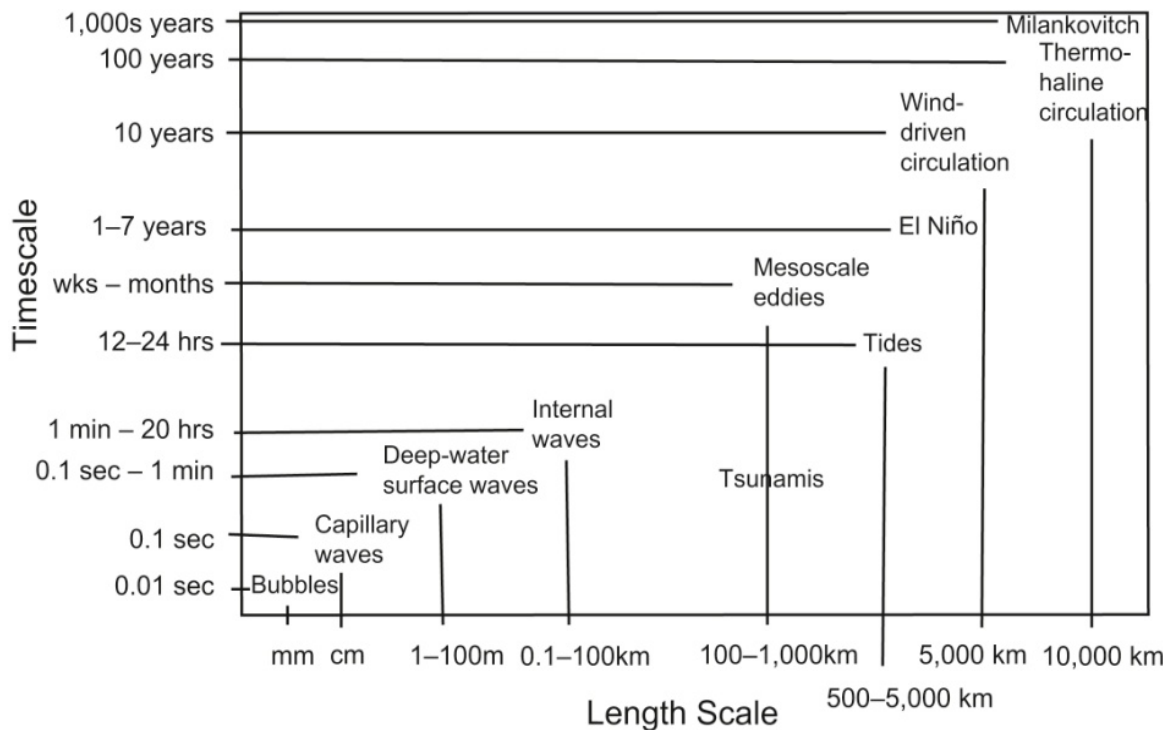
- Vórtices de meso-escala e correntes oceânicas tem escalas espaço-temporais de dezenas/centenas de km e semanas/anos
- A circulação de larga-escala tem escalas espaciais que vão da bacia até o oceano global, com escalas temporais variando desde as estações até permanentemente
- A circulação gerada pelo vento tem escalas de 10 anos para a bacia enquanto a termohalina é de 100 anos



As escalas espaço-temporais dos fenômenos físicos em oceanografia. Extraído de Talley et al (2011).

As escalas dos fenômenos oceanográficos

- Via de regra, escalas espaciais pequenas estão associadas a escalas temporais curtas e vice versa. Uma exceção são as marés e os tsunamis
- Um parâmetro importante é a razão entre a frequência do movimento e a Rotação da Terra, definida pela **Número de Rossby** ($Ro = U/Lf$). Se o número é grande a rotação da Terra não importa.
- Outro parâmetro é a **razão de aspecto**, que relaciona a escala vertical com a horizontal



As escalas espaço-temporais dos fenômenos físicos em oceanografia. Extraído de Talley et al (2011).



Referências Bibliográficas

Talley et al (2011). *Introduction to Descriptive Physical Oceanography*. In *Descriptive Physical Oceanography: an introduction*, pp. 1-6.

Talley et al (2011). *Brief History of Physical Oceanography*. Supplementary Web Site Materials for Chapter 1, pp. 1-14.