



Abb. 57. „Meteor“ nach dem Umbau.

## Introdução e Histórico da Oceanografia

**Dr. Luciano Ponzi Pezzi,**  
**luciano@cptec.inpe.br**

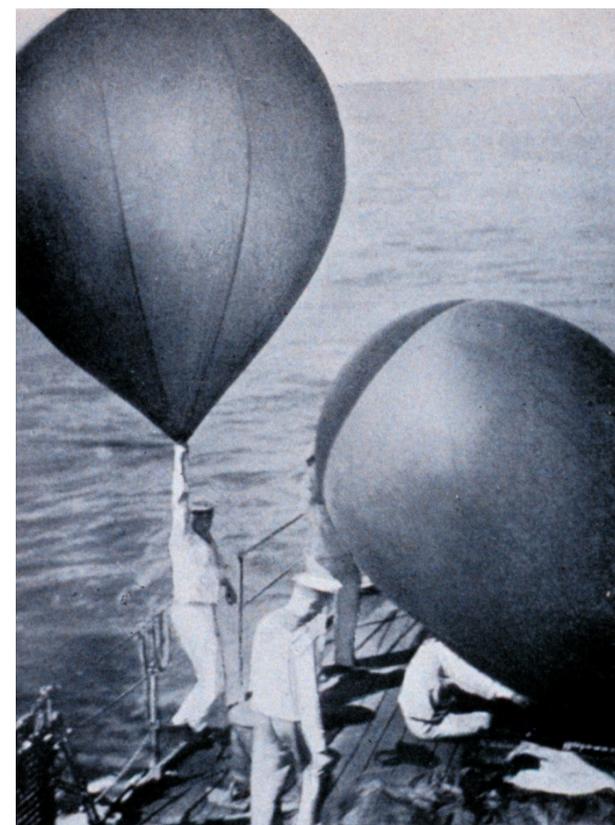


Abb. 38. Registrierballonaufstieg.



# Formação Acadêmica e Profissional



## **1999 – 2003 PhD em Oceanografia Física.**

University of Southampton - School of Ocean and Earth Sciences, (SOES)/  
National Oceanography Centre, Southampton (NOCS) , Grã-Bretanha.

***Título: Equatorial Pacific Dynamics: Lateral Mixing and Tropical Instability Waves,  
Ano de Obtenção: 2003.***

***Orientador: Prof Dr Kelvin J. Richards .***

***Bolsista do(a): CNPq, Brasil.***

***Palavras-chave: Equatorial Pacific Dynamics; Lateral mixing; Tropical Instability  
Waves; Dinâmica dos oceanos; Ondas de instabilidade; Parametrizações de mistura.***

## **1991 – 1993 Mestre em Sensoriamento Remoto.**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.

***Título: Aplicação de dois métodos no controle de qualidade em dados coletados por  
estações automáticas de superfície,***

***Ano de Obtenção: 1993.***

***Orientador: Prof Dr Robin Thomas Clark.***

***Bolsista do(a): CAPES, Brasil.***

***Palavras-chave: Estações automáticas de superfície.;  
Controle de qualidade; Estações meteorológicas de superfície.;  
Métodos estatísticos.***

## **1985 – 1989 Graduação em Meteorologia.**

Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, Brasil.

***Ano de Obtenção: 1989.***



Bem Vindos a Bordo  
Boa Sorte!!!





# Bibliografia Básica Sugerida



- Csanady, G. T., 2001. *Air-Sea interaction. Laws and Mechanisms*. Cambridge University Press.
- Griffies, S. M., 2004. *Fundamentals of Ocean Climate Models*. 1st ed. Princeton University Press.
- Knauss, J. A., 1997. *Introduction to Physical Oceanography*. 2nd ed. Prentice Hall.
- Pickard, G. L. and W. J. Emery, 1990. *Descriptive Physical Oceanography*. 5th ed. Pergamon Press.
- Pond, S. and Pickard, 1983. *Introductory Dynamical Oceanography*. 2nd ed. Butterworth Heinemann.
- Siedler, G., Church, J. and Gould, J., 2001. *Ocean Circulation and Climate. Observing and Modelling the Global Ocean*. Academic Press. International Geophysics Series. Volume 77.
- Souza, R. B., 2005. *Oceanografia por Satélites*. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos.  
v. 1. 336 p.
- Stewart, R. H., 2005. *Introduction to Physical Oceanography*. Department of Oceanography, Texas A & M University. 346 pp. [http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng\\_textbook/contents.html](http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/contents.html)
- The Open University, 1998. *Ocean Circulation*. 1st ed. Butterworth Heinemann.
- The Open University, 1994. *Waves, tides and shallow water processes*, Oxford. 187 pp.
- Tomczak, M. & J. S. Godfrey, 1994. *Regional Oceanography: an introduction*. Pergamon Press, London. 422 pp. <http://www.lei.furg.br/ocfis/mattom/IntroOc/index.html>

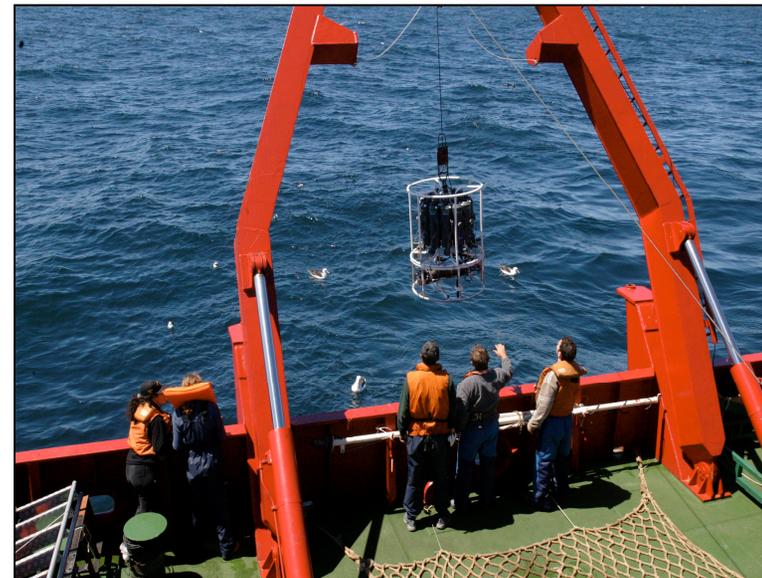
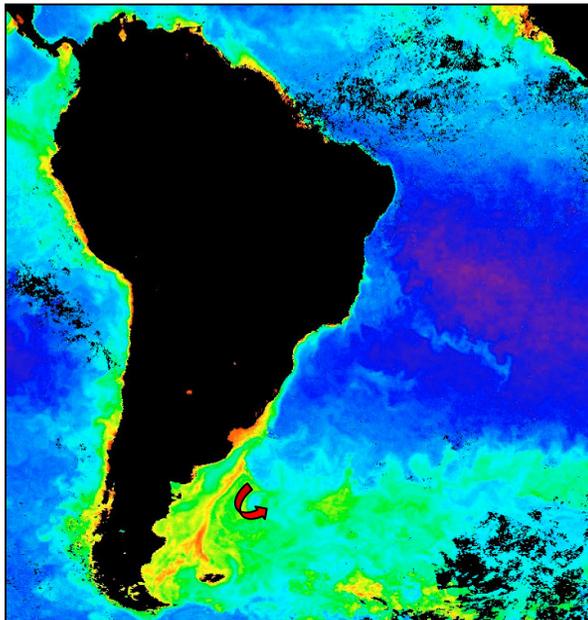
# Introdução



Estudos em Oceanografia Física e Meteorologia, usam observações (in situ, satélite), teorias e Modelos numéricos ...



$$Q_T = Q_s - Q_b - Q_e - Q_h - Q_v$$



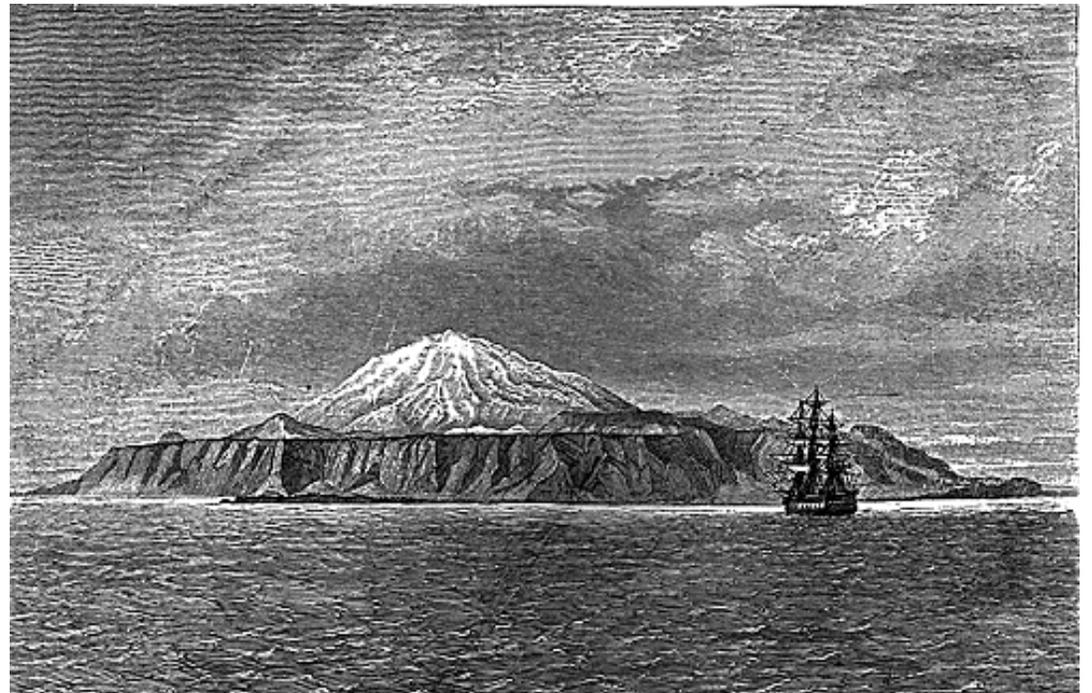
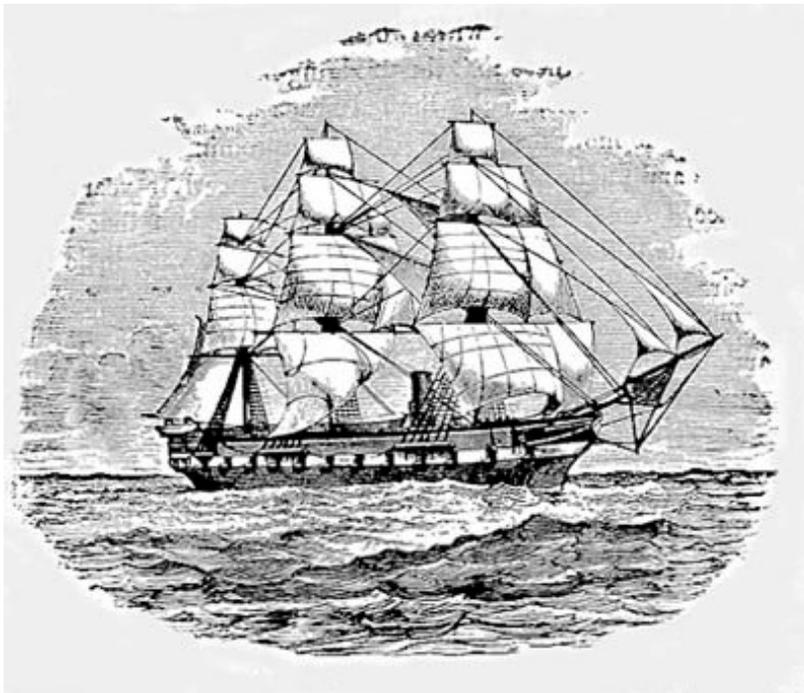
# Plano tentativo das aulas....

- Importância e Histórico da Oceanografia
- Balanço de Calor no Sistema Terrestre
- Distribuição de Calor e Efeito Estufa (se der tempo OITs...)
- Interação Oceano-Atmosfera no Atlântico Sudoeste (seminário)



# O que é a Oceanografia?

- ✓ Ciência que estuda os oceanos: sua parte **Química, Biológica, Geológica e Física**.
- ✓ Maior desenvolvimento: **século dezenove**, porém os esforços para a **compreensão dos oceanos datam de muito tempo antes disso**.
- ✓ Caráter estratégico: **depois da Segunda Guerra Mundial** (assim como na **Metero, no mundo, porém no Brasil.....**).





# Importância da Oceanografia Física?

- ✓ Os oceanos são uma **fonte de alimento!** Processos que influenciam os oceanos são importantes para este entendimento, uma vez que eles podem atuar como fertilizadores dos oceanos.
  
- ✓ Os oceanos são utilizados pelo homem!
  - Estruturas são construídas nos oceanos (costa e/ou offshore);
  - Os oceanos são utilizados como meio de transporte;
  - Óleo e gás são obtidos nos oceanos;
  - Os oceanos também propiciam inúmeras atividades recreativas, tais como: natação, pesca, mergulho, surfe, barco (vela e motor).
  
- ✓ Os oceanos influenciam as condições atmosféricas e o clima!
  - Distribuição de chuvas, secas, inundações, clima regional, tempestades, furacões e tufões são influenciados pelos oceanos;
  - Interações oceano-atmosfera são extremamente importantes e ocorrem através dos fluxos de calor e água na superfície oceânica.



# Importância da Oceanografia Física?



O **tema de estudo** exerce uma grande influência nos **tópicos** a serem estudados dentro da Oceanografia Física. Cada tópico determina:

- O que deve ser medido;
  - Como devem ser feitas as medições;
  - Quais as áreas geográficas de interesse.
- 
- Os processos podem ser divididos em:
    - Processos **locais**; (Ressurgência de Cabo Frio)
    - Processos **regionais**; (Conf. Brasil Malvinas)
    - Processos **globais**. (Circulação Glb Termohalina, Fenômenos Climáticos)



# Histórico da Oceanografia Física



O conhecimento das correntes oceânicas, dos ventos, das ondas e das marés é milenar:

- ✓ 4000 AC: navegadores da Polinésia já efetuavam relações comerciais a longas distâncias no Oceano Pacífico;
- ✓ 325 AC: Pytheas (Viajante Grego) explorou o Oceano Atlântico indo desde a Itália até a Noruega; Explorou a costa do Reino Unido.
- ✓ Comerciantes árabes usaram o seu conhecimento sobre a reversão dos ventos e correntes no Oceano Índico para estabelecer rotas comerciais com a China e depois com a Zanzibar (costa africana);
- ✓ A Conexão das marés com o sol e lua já estava descrita em livros indianos entre o período de 2000 a 1400 AC;



# Ainda sobre o Histórico da Oceanografia Física...



O conhecimento mais recente dos oceanos, por parte dos europeus, teve início com as viagens de:

- ✓ Bartolomeu Dias (1487 – 1488);
- ✓ Cristóvão Colombo (1492 – 1494);
- ✓ Vasco da Gama (1497 – 1499);
- ✓ Fernando de Magalhães (1519 – 1522);

Tais viagens formaram as fundações para as rotas comerciais globais (Século XVI) e foram baseadas no conhecimento dos seguintes aspectos relacionados aos Oceanos Atlântico e Pacífico:

- ✓ Ventos Alísios e de Oeste
- ✓ Correntes de Contorno Oeste



# Histórico da Oceanografia Física



## 2ª Expedição do *His Majesty's Ships* (HMS) Beagle (1831-1836)

O HMS Beagle tinha o Capt FitzRoy no comando

Motivação inicial da viagem: Mapear a Costa Sul-americana

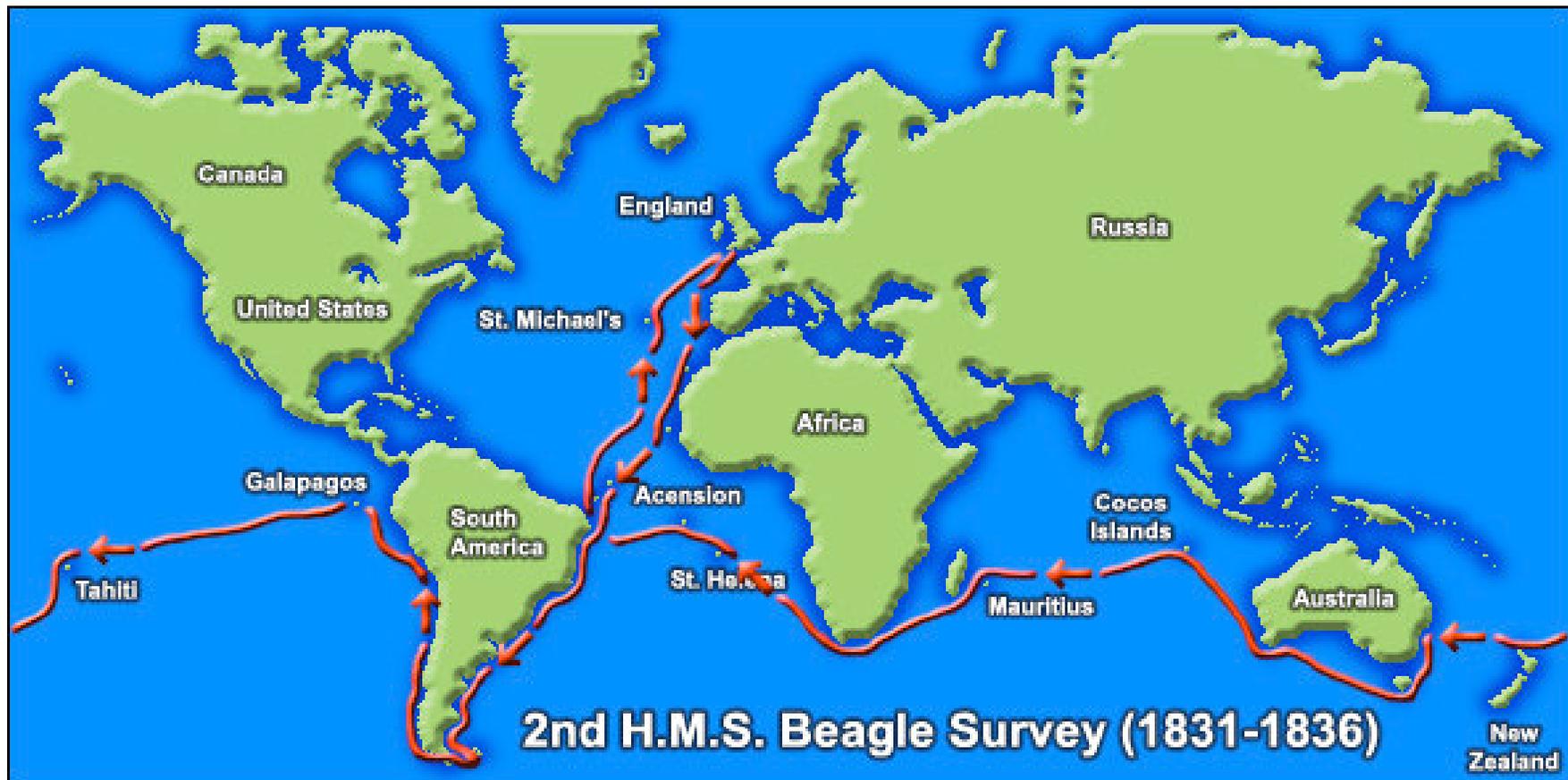
Uma das expedições mais relevantes já realizadas, pois levou a bordo um jovem inglês de 22 anos chamado Charles Darwin, o naturalista do navio.

Na bagagem, trouxe observações que foram a base para o desenvolvimento da teoria fundamental da biologia:

### A Teoria da Seleção Natural.

Diários de Darwin:

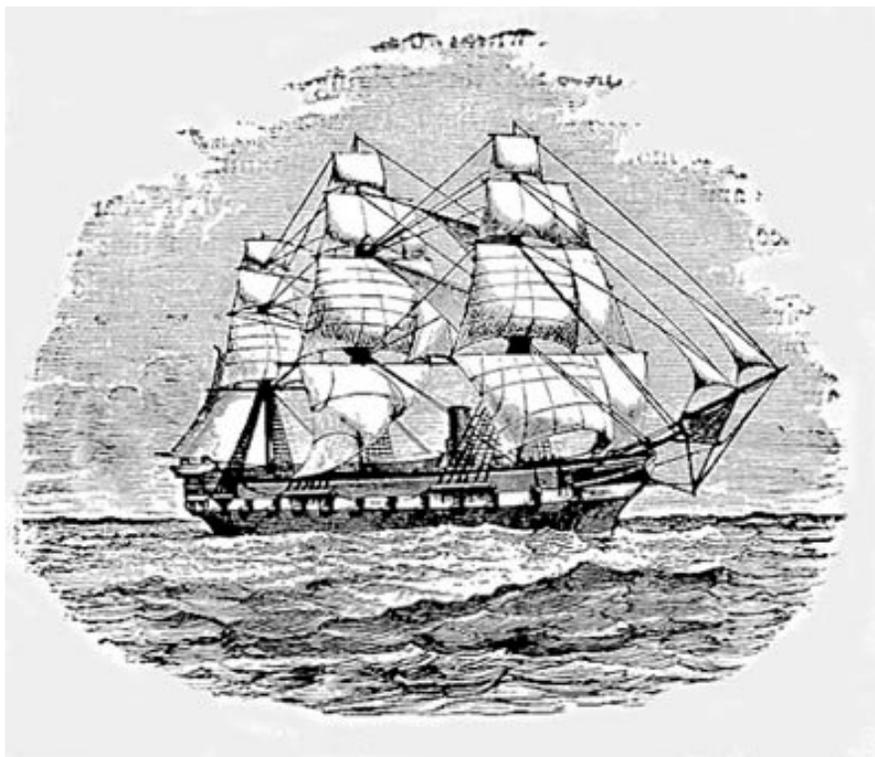
- Zoológico, Geológico e de Espécies



*"As far as I can judge of myself I worked to the utmost during the voyage from the mere pleasure of investigation, and from my strong desire to add a few facts to the great mass of facts in natural science."* -- Charles Darwin

Source: <http://www.aboutdarwin.com/index.html>

A Corveta Challenger foi o primeiro navio equipado especificamente para Oceanografia geral – **Início da expedição foi na Inglaterra (1872-1876)**

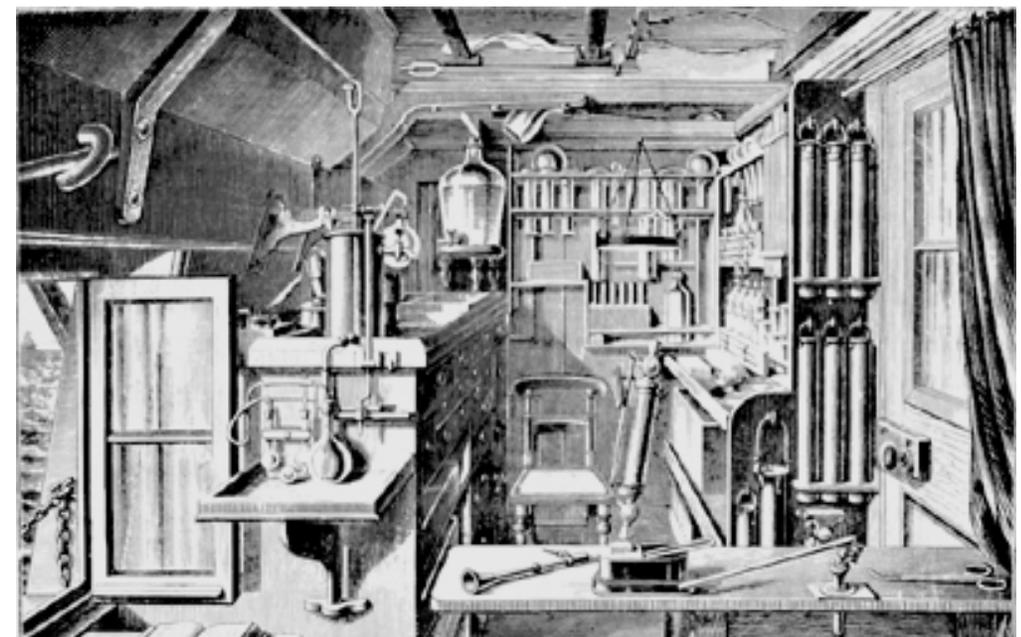
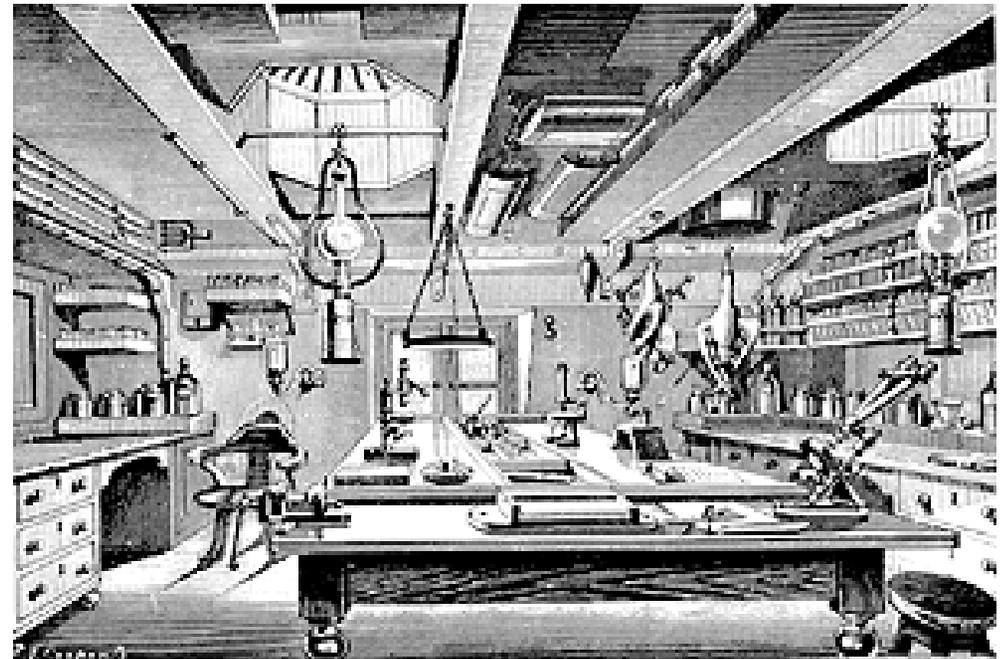


***H.M.S. Challenger***



**Plataforma de observações**

A tripulação coletou dados de temperatura, correntes, amostras de água, organismos marinhos, e sedimentos em 362 pontos de amostragem espalhados pelos oceanos.



# Trajetória do HMS Challenger (1872-1876)

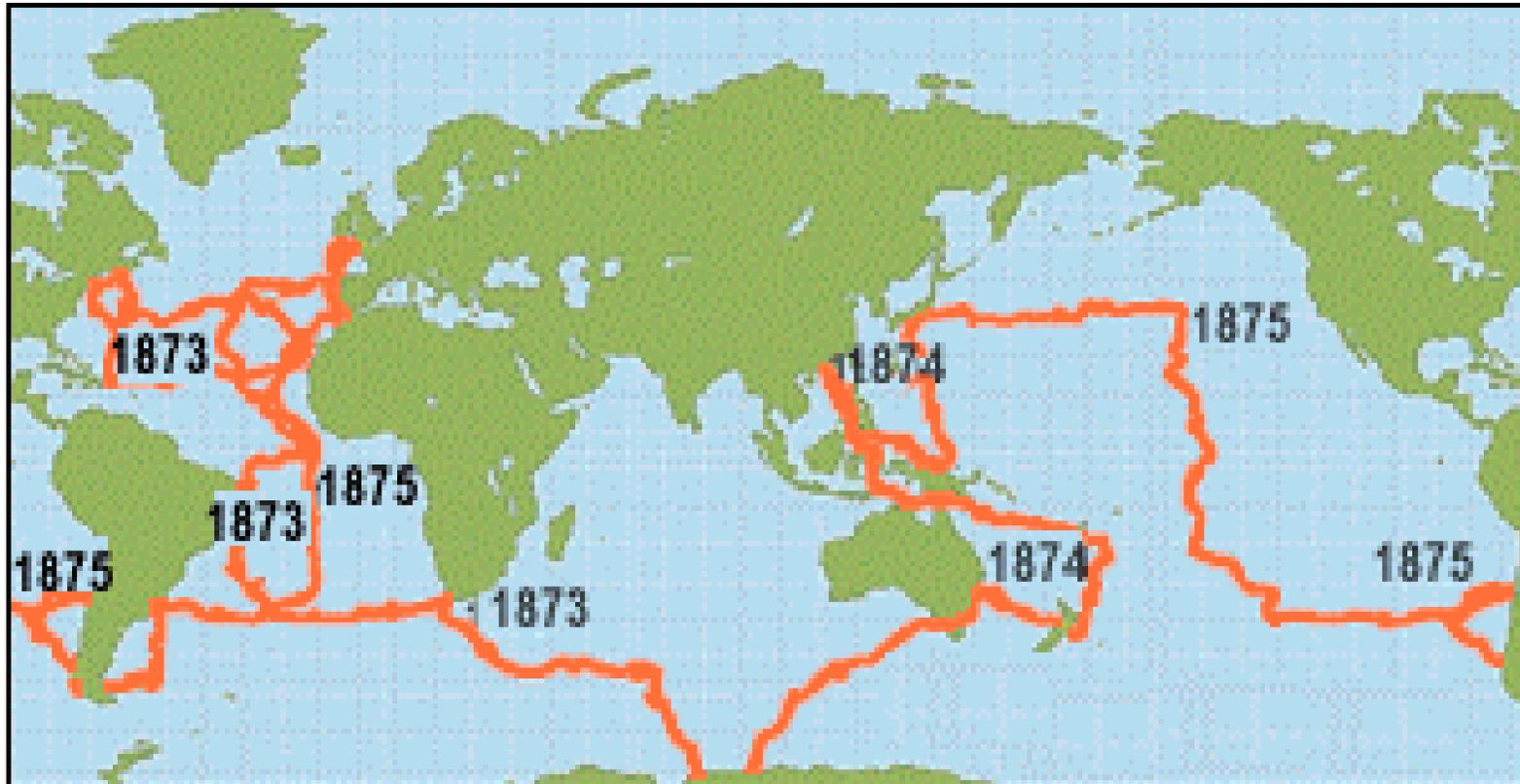
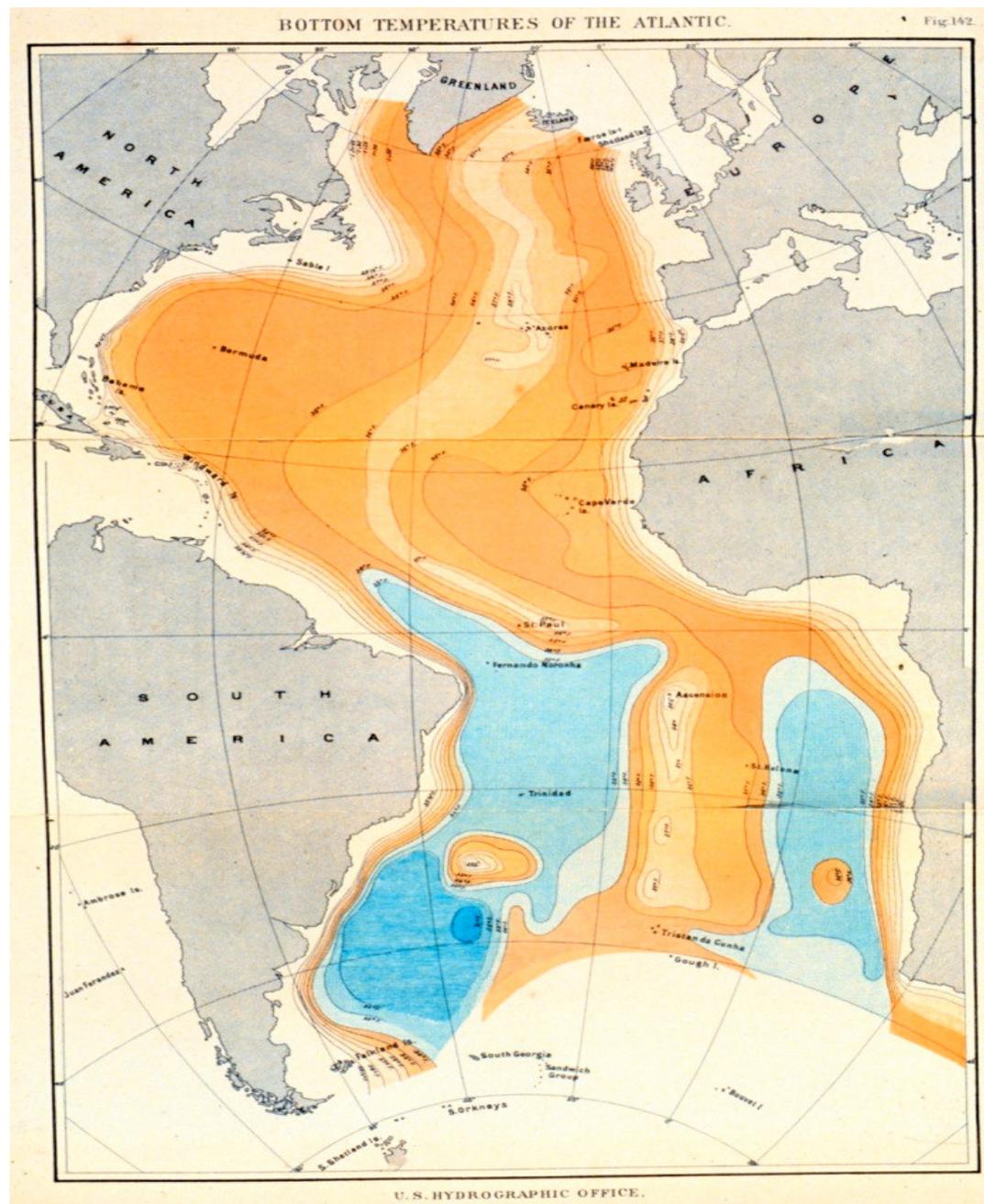




Fig. 25. — Les deux ballons prêts à partir.

Dois balões meteorológicos prontos para o lançamento do PRINCESS ALICE.  
 In: "From the Surface to the Bottom of the Sea" by H. Bouree, 1912, Fig. 25, p. 32. Library Call Number 525.8 B77.

Mapa de temperatura do fundo publicada em "Three Cruises of the Blake", Alexander Agassiz, 1888. p. 218. A maior parte destes dados foram coletados Pela EXPEDIÇÃO CHALLENGER. A piscina de Oceano Atlântico Sudoeste é um indicativo da não Comunicação entre as bacias do Atlântico Sudoeste e Sudeste como resultado da obstrução da cadeia Meso-Atlântica.





# Algumas atividades da expedição do HMS Challenger (1872-1876)



- ✓ Amostras de águas profundas foram coletadas para análise química e física
- ✓ Medição de temperatura de fundo foram feitas com termômetro de registro.
- ✓ Em muitas estações, foram coletadas amostras de fauna por meio de redes de arrasto.
- ✓ Em muitas estações, foram analisadas amostras de fauna na superfície e em águas intermediárias pelo uso de redes.
- ✓ Em muitas estações, foram medidas temperaturas a diversas profundidades, indo da superfície até o fundo
- ✓ Em muitas estações, foram coletadas amostras de água do mar em diversas profundidades
- ✓ Em todas as estações foram coletadas medidas atmosféricas e as condições de tempo cuidadosamente analisadas e anotadas
- ✓ A direção e velocidade das correntes superficiais foram determinadas
- ✓ Em poucas estações, foram feitas tentativas de medição da direção e velocidade do movimento da água em diferentes profundidades



# Alguns resultados da Expedição do H. M. S. Challenger (1872-1876)



Principais resultados encontrados na expedição consistiram:

- ✓ Primeiros mapas de corrente e temperatura coletados sistematicamente no oceano.
- ✓ Mapas dos depósitos de fundo oceanico (que não mudaram muito de acordo com estudos mais recentes),
- ✓ Esboço dos principais contornos das bacias oceânicas,
- ✓ A descoberta da cadeia Meso-Atlântica
- ✓ Descoberta de 715 gêneros novos e 4,717 novas espécies de forma de vida do oceano



# As Fases da Exploração Oceanográfica

- ✓ Desde a exploração da superfície...
- ✓ Oceano profundo....
- ✓ Oceano visto do espaço...
- ✓ Colaborações internacionais...
- ✓ Até a oceanografia atual.

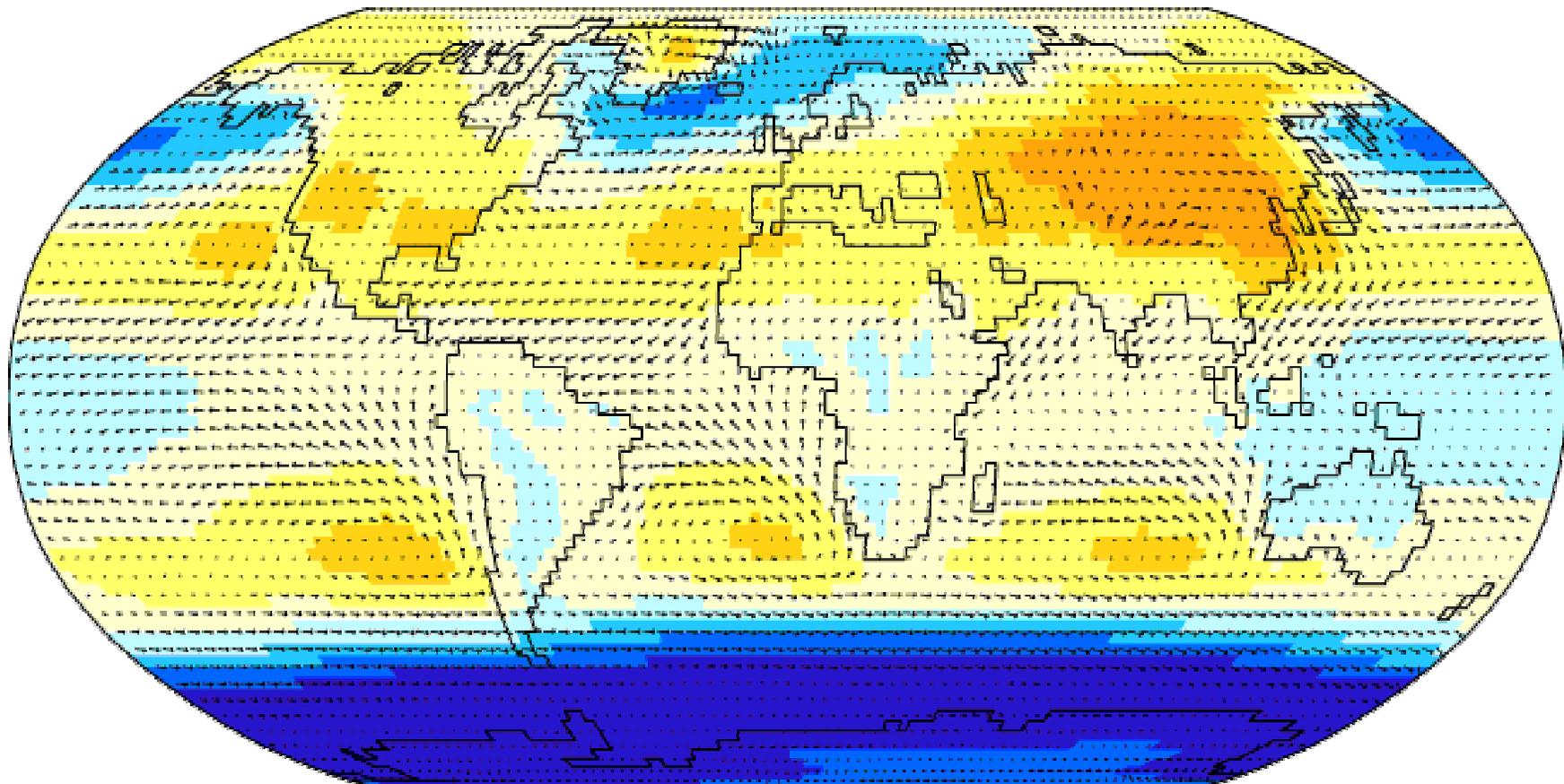


# Explorações Oceanográfica

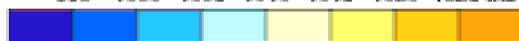
- ✓ **Era da Oceanografia Superficial:** até 1873. Caracterizada pela organização sistemática das observações de vento, correntes, ondas, temperatura e outras propriedades obtidas do deck dos navios a vela. Alguns exemplos notáveis são: i) a carta dos **ventos alísios de Halley**, ii) o mapa **da Corrente do Golfo** de Franklin e iii) o livro *Physical Geography for the Sea* de Matthew F. Maury.
- ✓ **Era da exploração do Oceano Profundo:** de 1873 a 1914. Caracterizada por longas expedições com o intuito de investigar as condições superficiais e sub-superficiais dos oceanos. Um exemplo deste tipo de expedição foi a *Challenger*.
- ✓ **Era das campanhas sistemáticas nacionais:** de 1925 – 1940. Caracterizada por pesquisas detalhadas em regiões específicas. Exemplos deste tipo de pesquisa são as expedições do *Meteor* no Oceano Atlântico e as expedições do *Discovery*.

Sea-Level Pressure and Surface Winds

Dec



995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 mb



· 1      · 2      · 4      · 8      → 16      → 32 m/sec

Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies  
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000



# Ainda sobre o Histórico da Oceanografia Física...



Os exploradores europeus foram a motivação necessária para o início das viagens científicas, tais como:

- ✓ James Cook (1728 – 1779) no *Endeavour*, *Resolution* e *Adventure*;
- ✓ Charles Darwin (1809 – 1882) no *Beagle*;
- ✓ James Clark Ross e John Ross nas regiões Árticas e Antárticas no *Victory*, *Isabella* e *Erebus*;
- ✓ Edward Forbes (1815-1854), que estudou a distribuição vertical dos organismos nos oceanos.

Atualmente, as expedições oceanográficas (na medida do possível), vem sendo substituídas pelos satélites. Porém não substitui a observação *in situ*. Elas são complementares.

# A expedição Alemã do *R/V Meteor* (1925-1927) no Oceano Atlântico

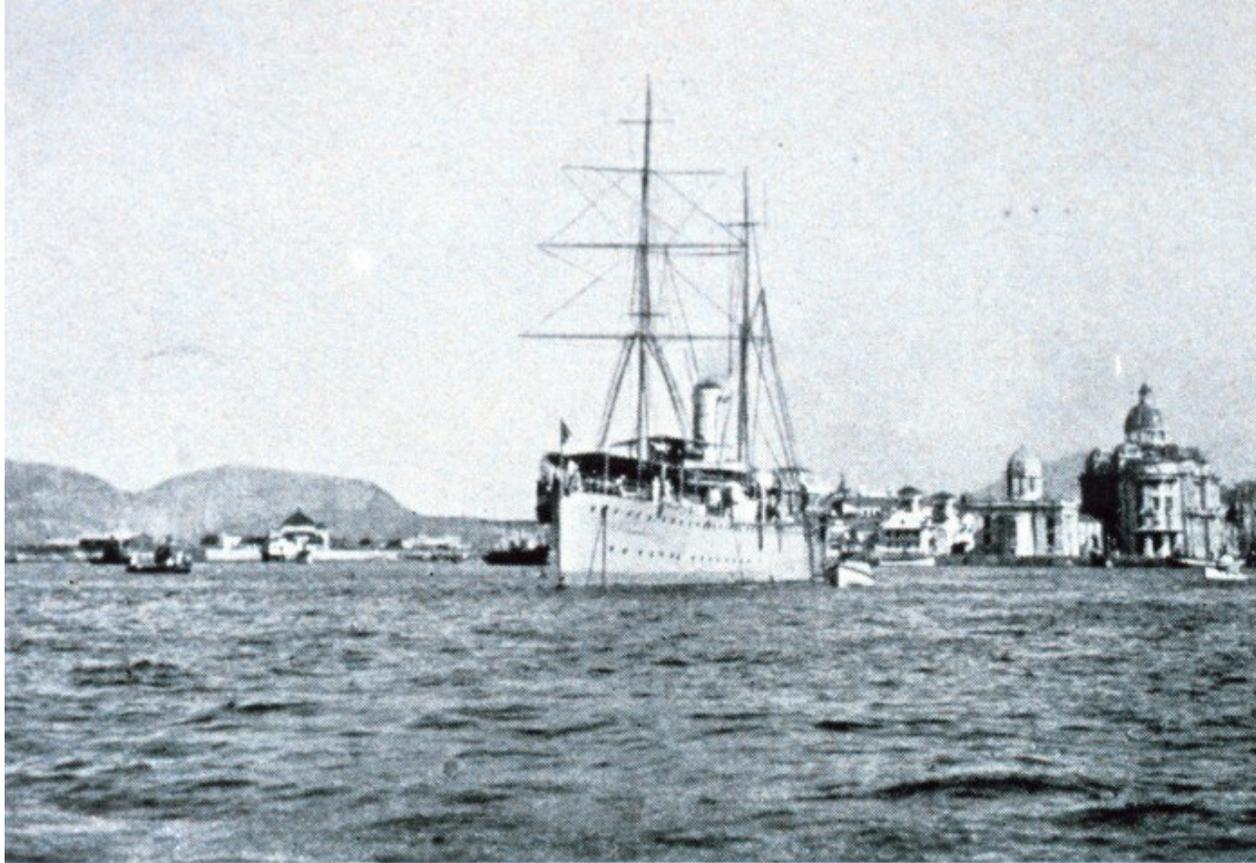
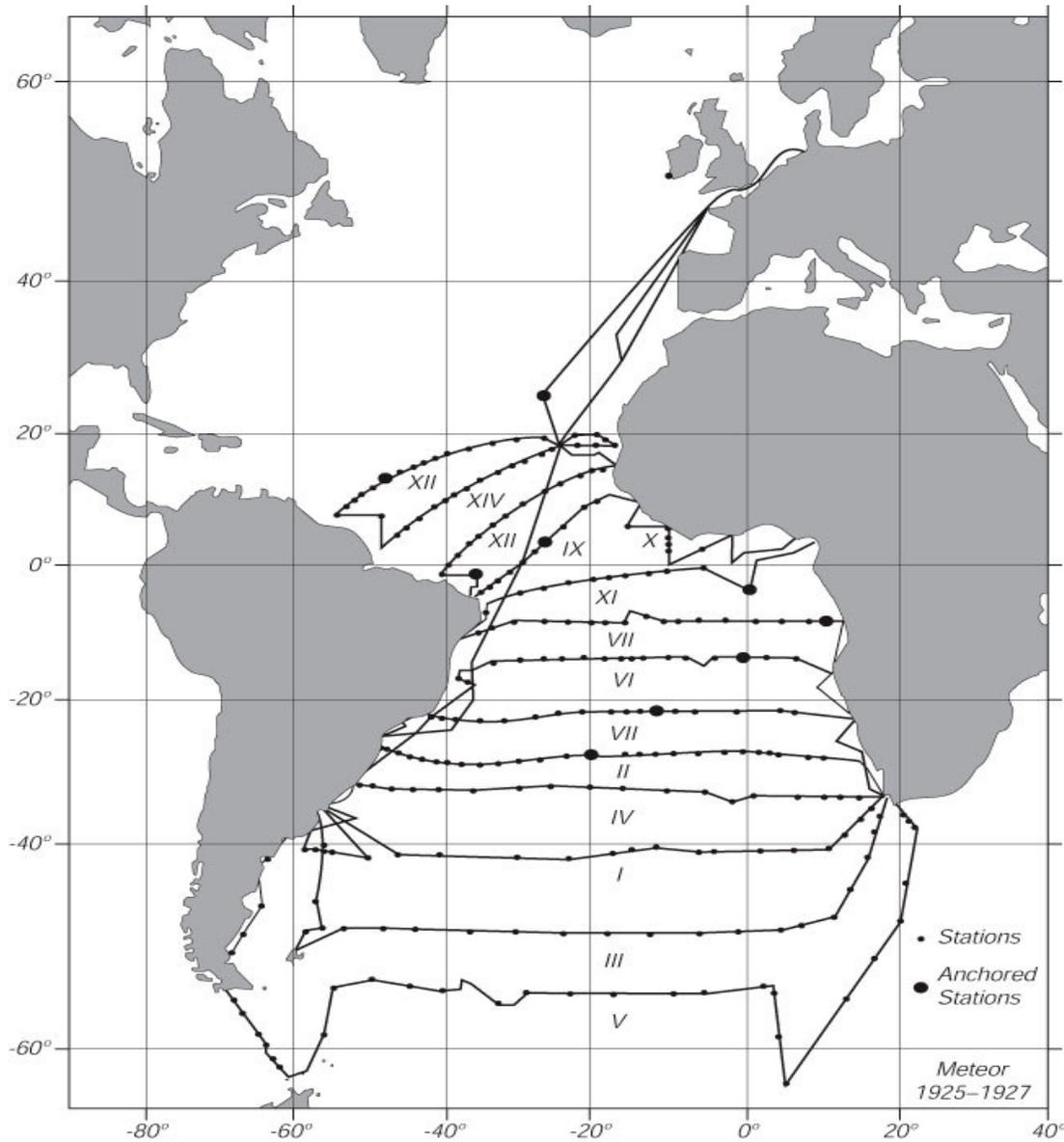


Abb. 327. „Meteor“ im Hafen von Rio de Janeiro.

# O Mapa da rota do *R/V Meteor* (1925 -1927)



Exemplo da expedição alemã.  
Extraído de Wust (1964)

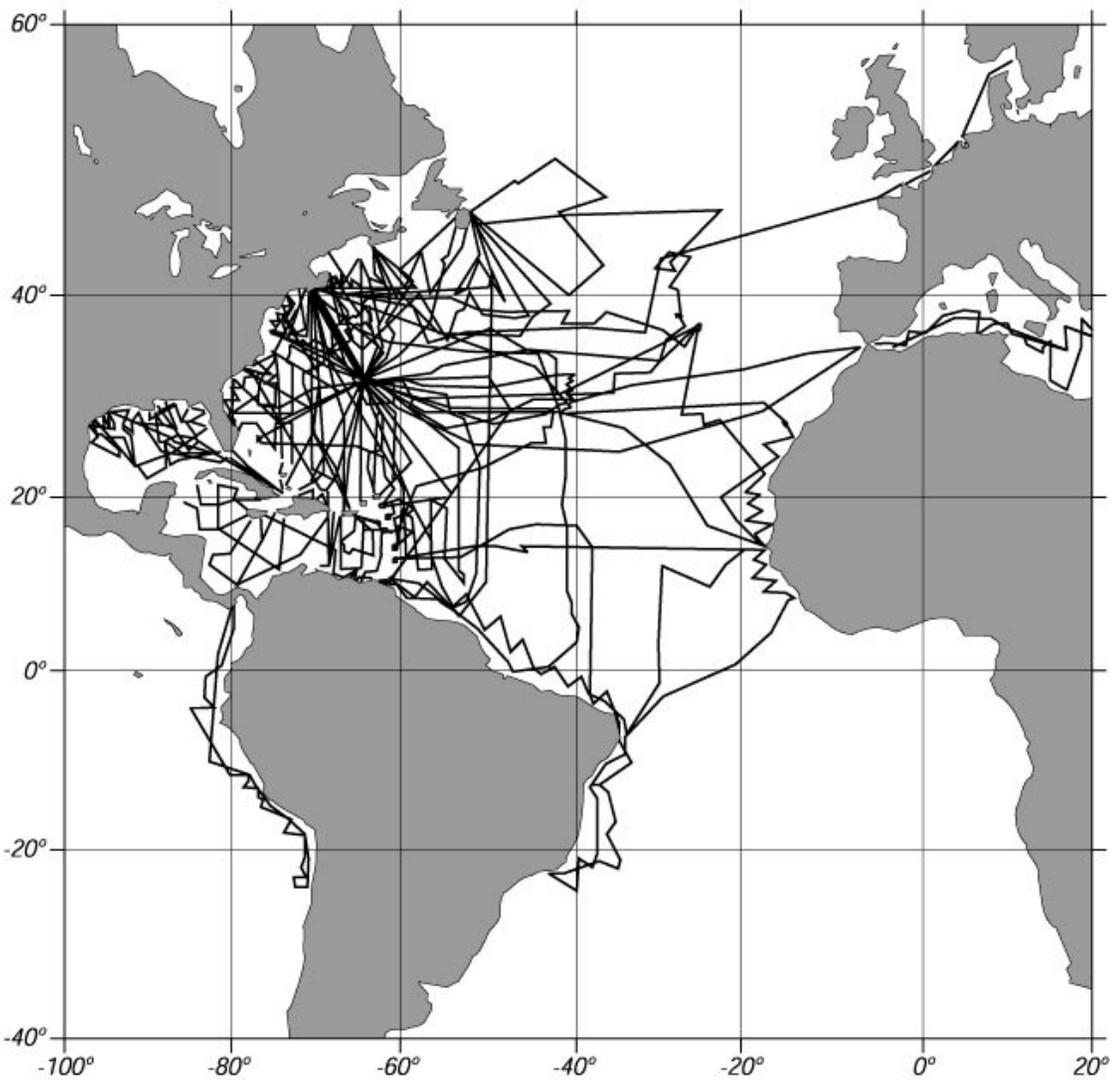
- **Era dos novos métodos:** de 1947 – 1956. Caracterizada **por longas pesquisas com a utilização de novos equipamentos.** Exemplos deste tipo de pesquisa incluem as sondagens sísmicas no Oceano Atlântico, no *Vema*, resultando em mapas de relevo submarino.



R/V Atlantis e o Alvin



# Mapa dos cruzeiros do *R/V Atlantis* Woods Hole Oceanographic Institution



Extraído de Wust (1964)



# As eras da Exploração Oceanográfica



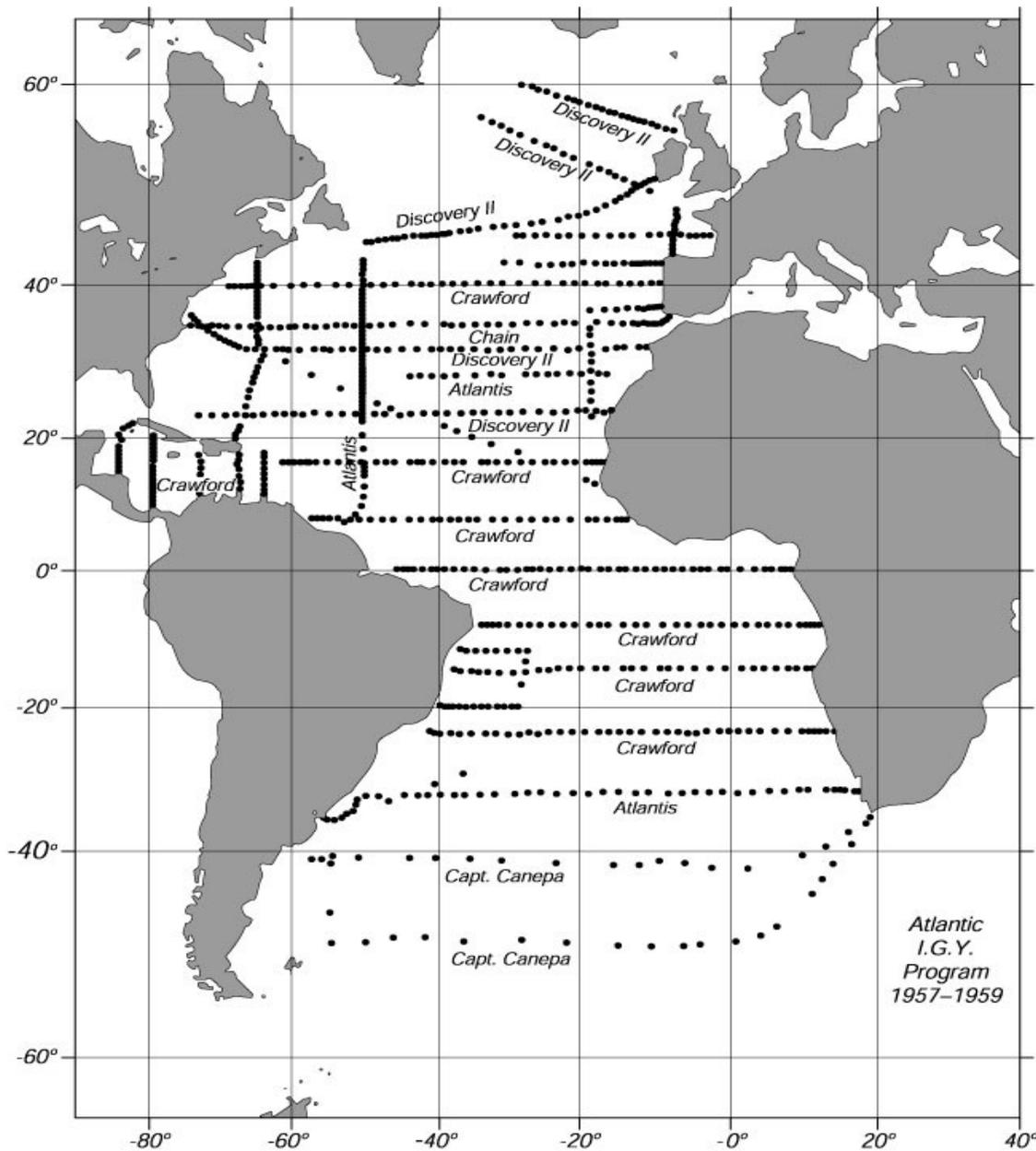
- ✓ **Era da Cooperação Internacional:** de 1957 – 1978. Caracterizada por esforços de pesquisa envolvendo vários países, com o intuito de estudar os processos oceânicos. Exemplos deste tipo de pesquisa incluem
  - ✓ o Programa de estudo das frentes polares do Oceano Atlântico,
  - ✓ os cruzeiros do Ano Internacional da Geofísica e
  - ✓ a Década Internacional de exploração dos oceanos



# Seções hidrográficas realizadas pelo Ano Internacional da Geofísica



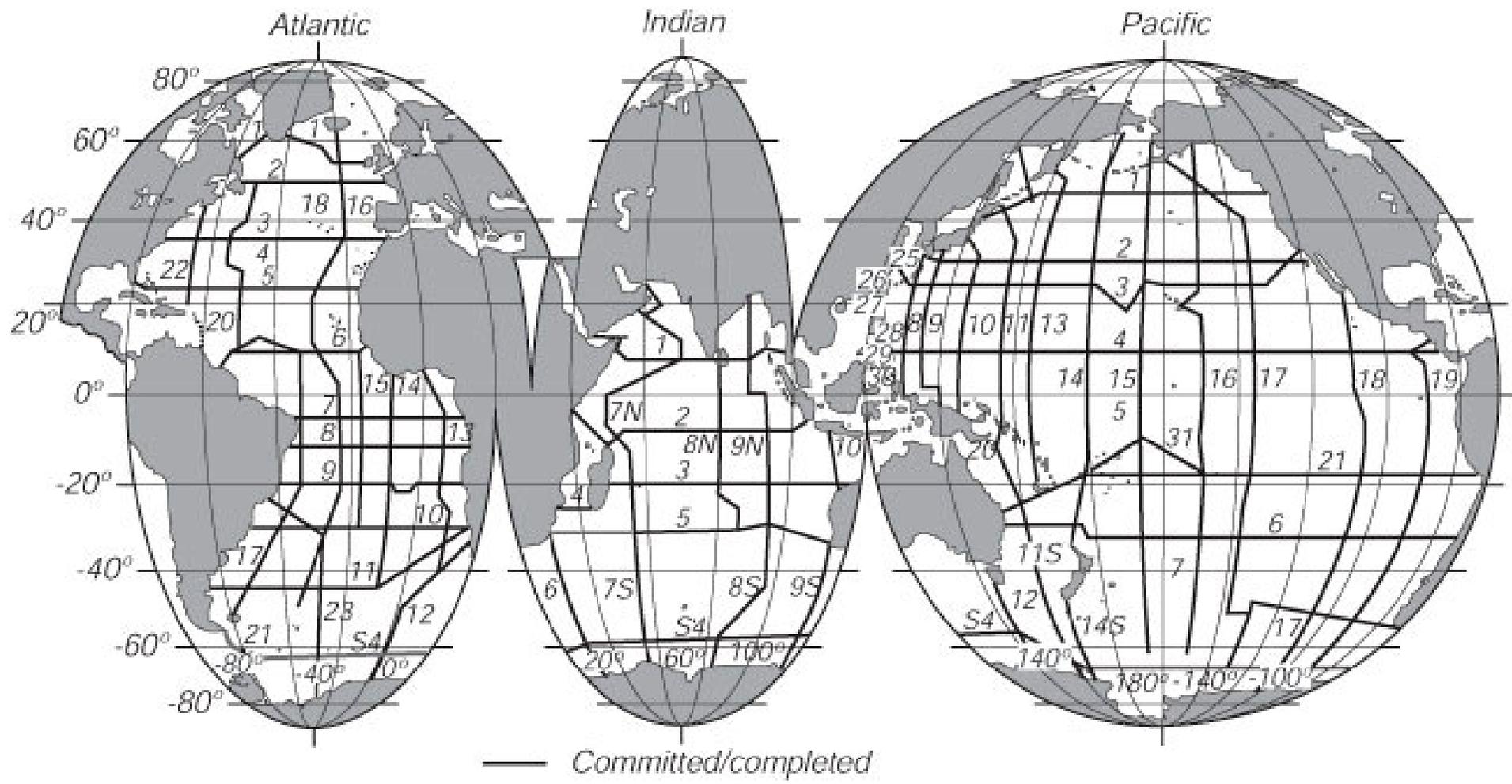
## Programa para o Oceano Atlântico (1957 – 1959)



Extraído de Wust (1964)

# Seções hidrográficas realizadas dentro do programa

## World Ocean Circulation Experiment (WOCE)





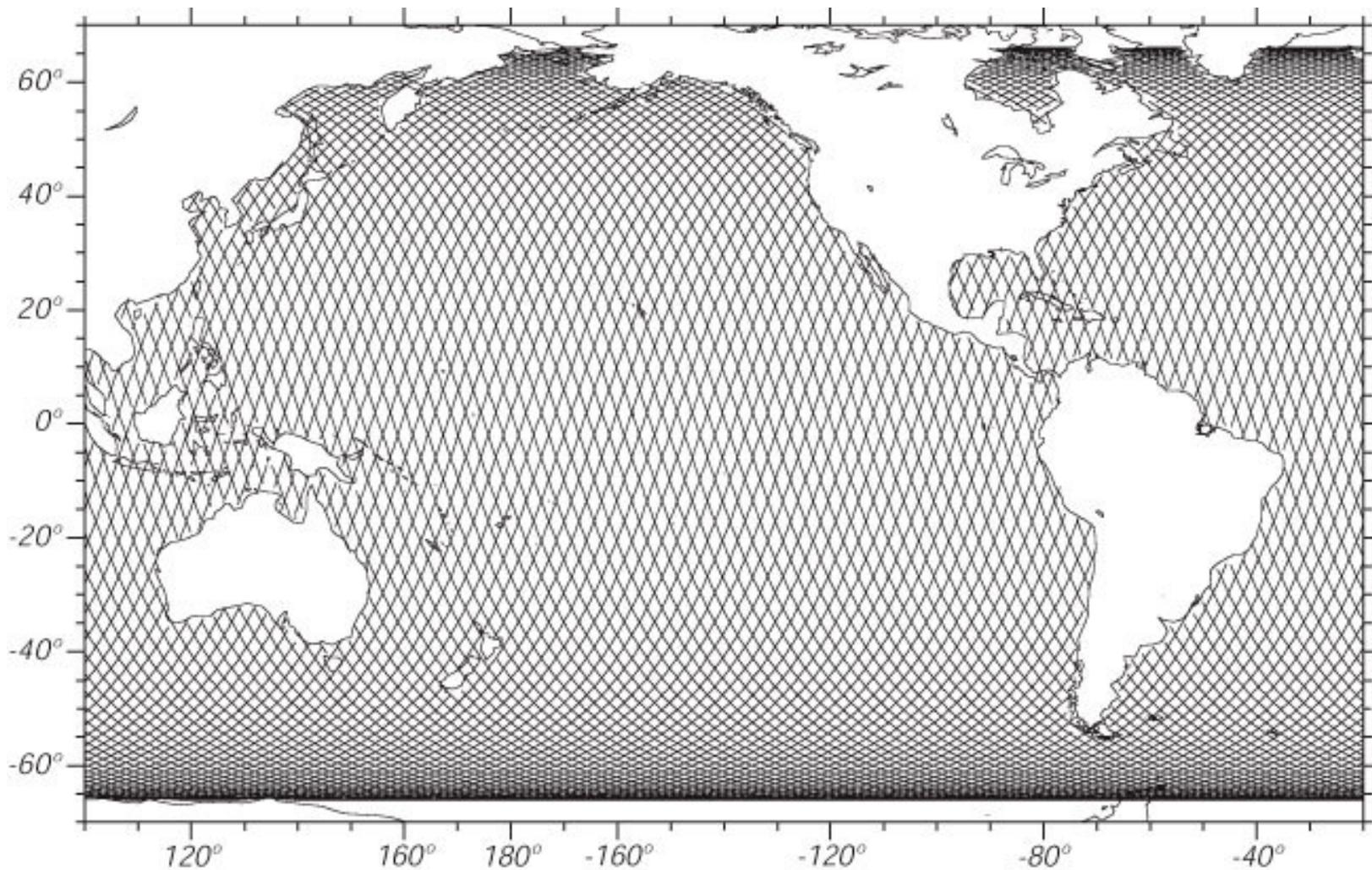
# As eras da Exploração Oceanográfica



- ✓ **Era dos satélites:** de 1978 - 1995. Caracterizada pelas pesquisas globais dos processos oceânicos pelo espaço. Exemplos de alguns destes satélites incluem: Seasat, NOAA 6-10, NIMBUS-7, Geosat, Topex/Poseidon e ERS 1 e 2.
- ✓ **Era da Ciência Global:** de 1995 - presente. Caracterizada por estudos globais com a finalidade de investigar a interação dos processos biológicos, químicos e físicos no oceano e atmosfera e na parte terrestre. Tais estudos agregam dados *in situ* e dados de satélite para validar modelos numéricos. Exemplos destes programas incluem o World Ocean Circulation Experiment (WOCE) e o Topex/Poseidon.



## Tracks do TOPEX/POSEIDON durante um ciclo de 10 dias





# Mapa de amostragem da temperatura superficial (1° x 1° resolução)

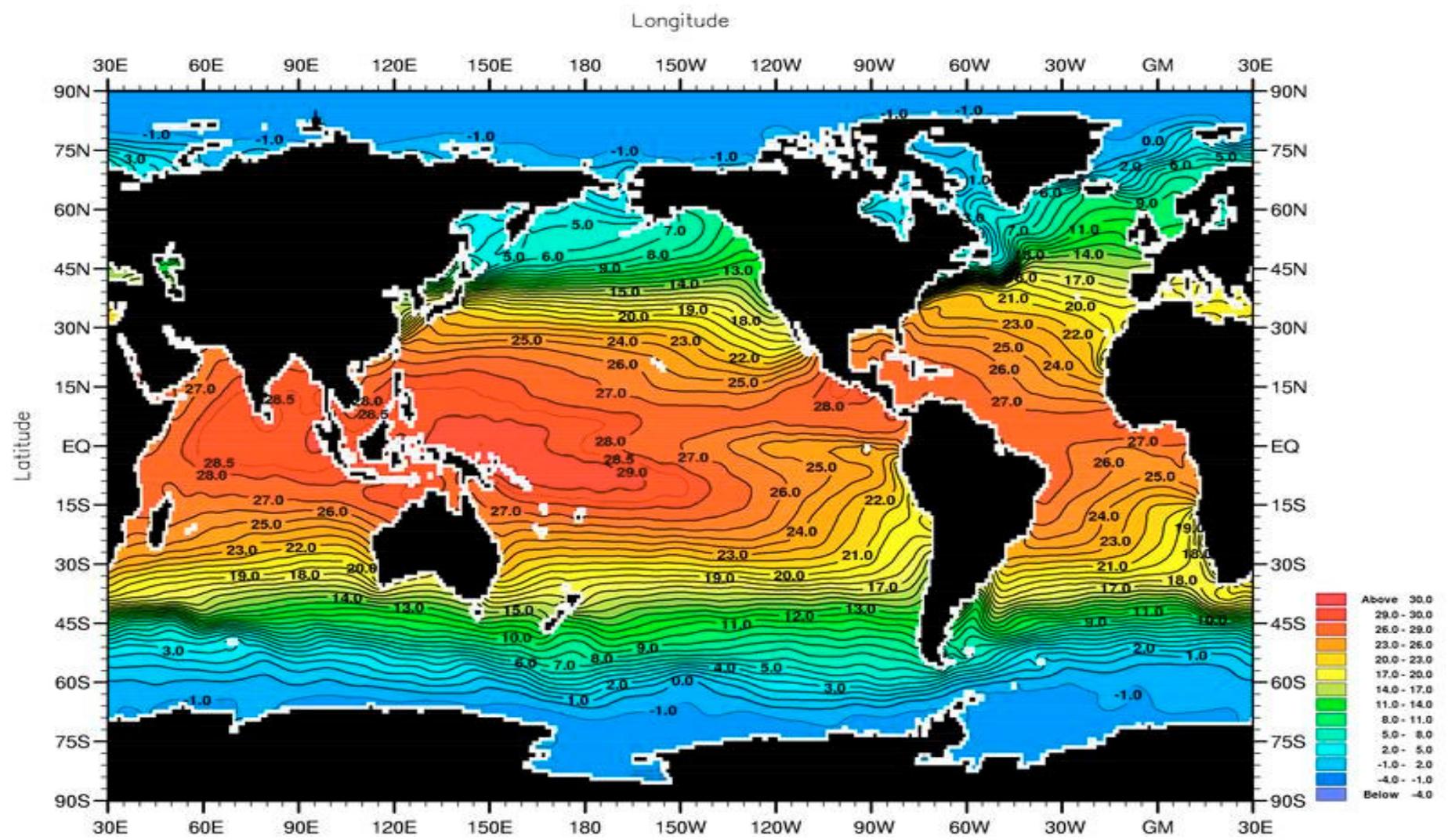
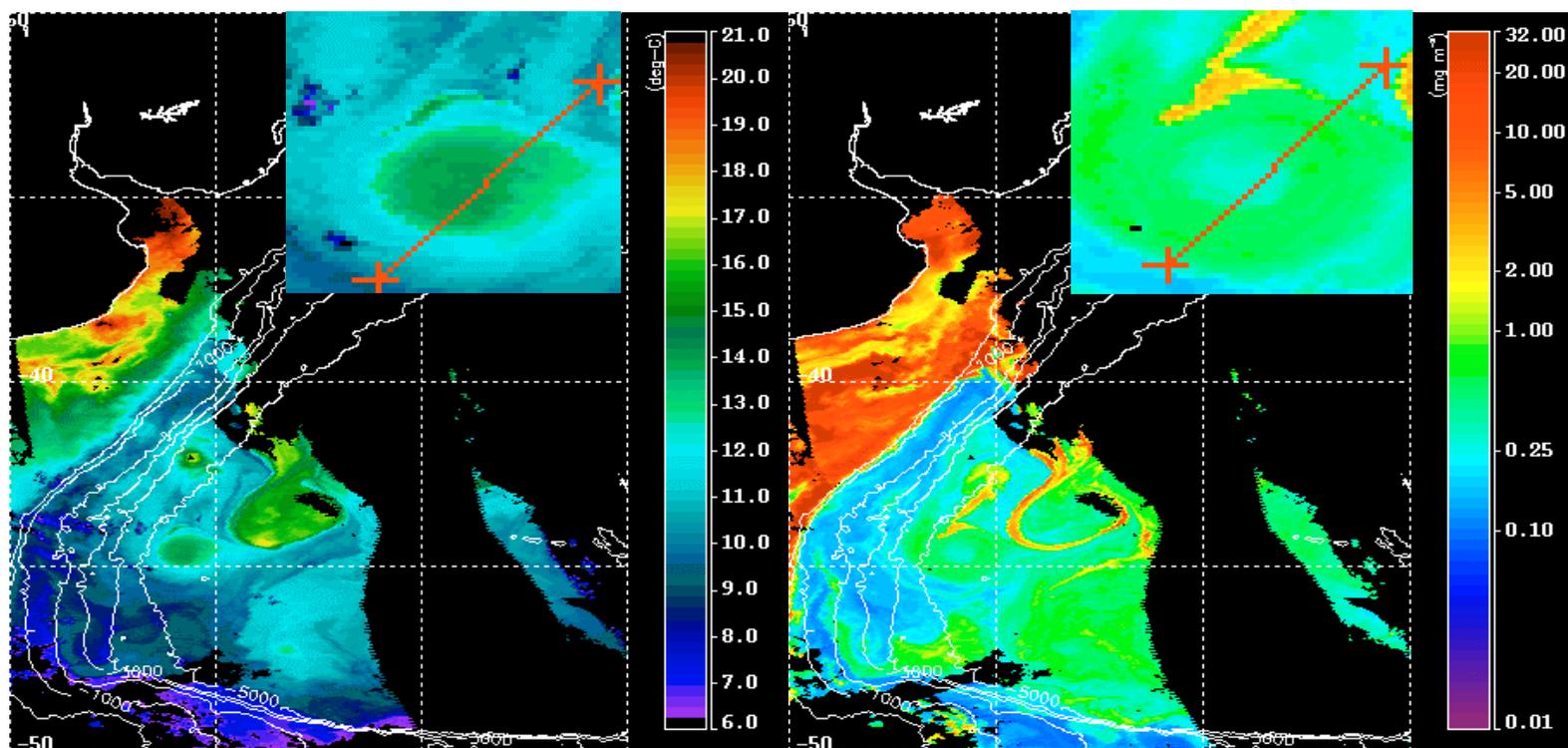


Fig. A2-1. Annual mean temperature (°C) at the surface.  
Minimum Value= -1.93      Maximum Value= 29.93      Contour Interval: 1.00

World Ocean Atlas 2001  
Ocean Climate Laboratory/NODC

# Mapa de amostragem da temperatura Superficial com sensor MODIS (~1 km)

## Análise de um vórtice quente em imagens MODIS



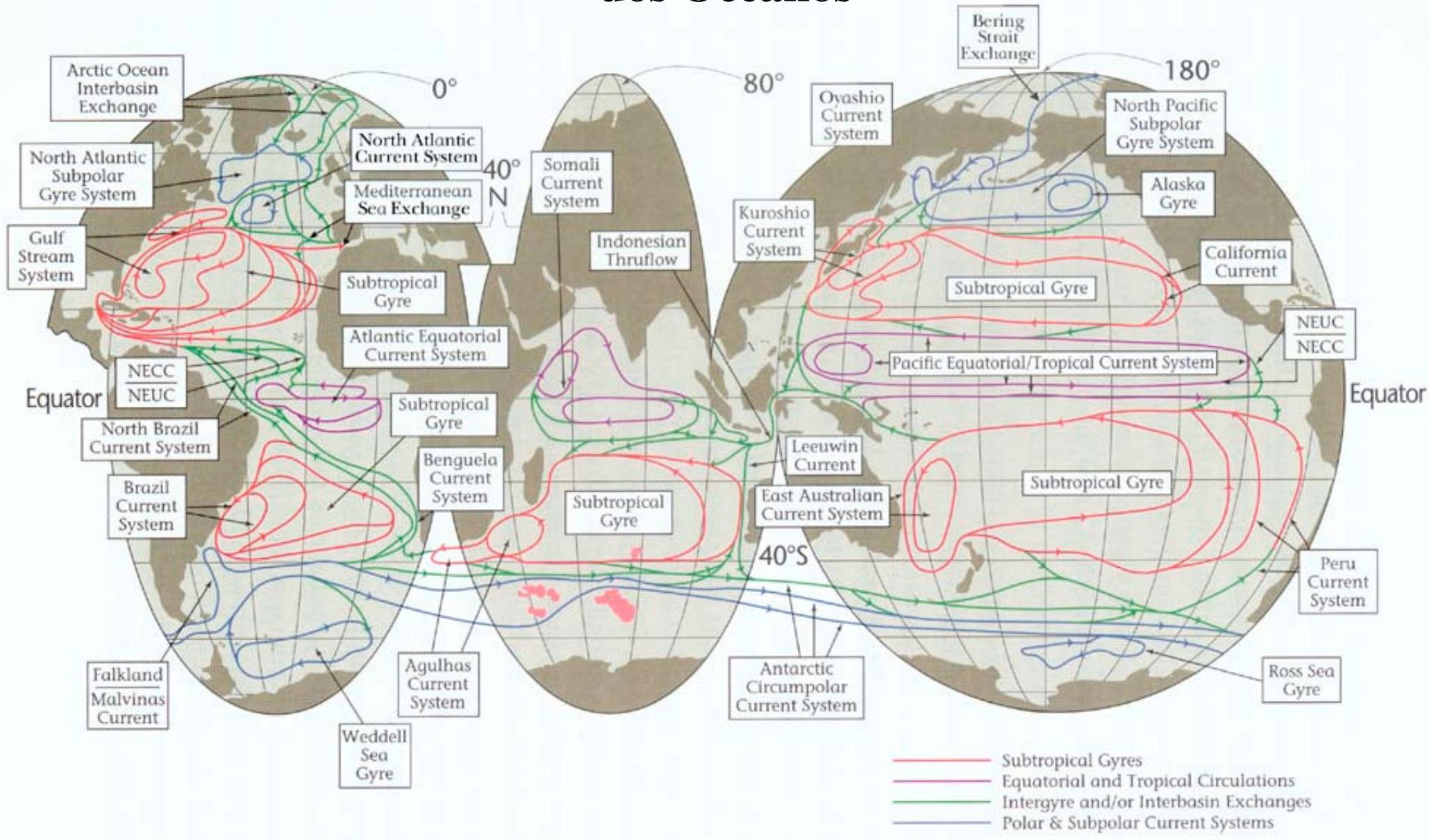
# A Oceanografia convencional



- ✓ **Navio:** plataforma flutuante para a medida dos dados no mar.
- ✓ **Instrumentos:** manuais ou eletrônicos, dependendo da aplicação.
- ✓ **Parâmetros oceanográficos:** temperatura, salinidade, densidade, correntes, marés, oxigênio, nutrientes, concentração de fitoplâncton, etc.



# Mapa atual da circulação superficial dos Oceanos



extraído de Schmitz (1996)

# Ferramentas de estudo dos oceanos

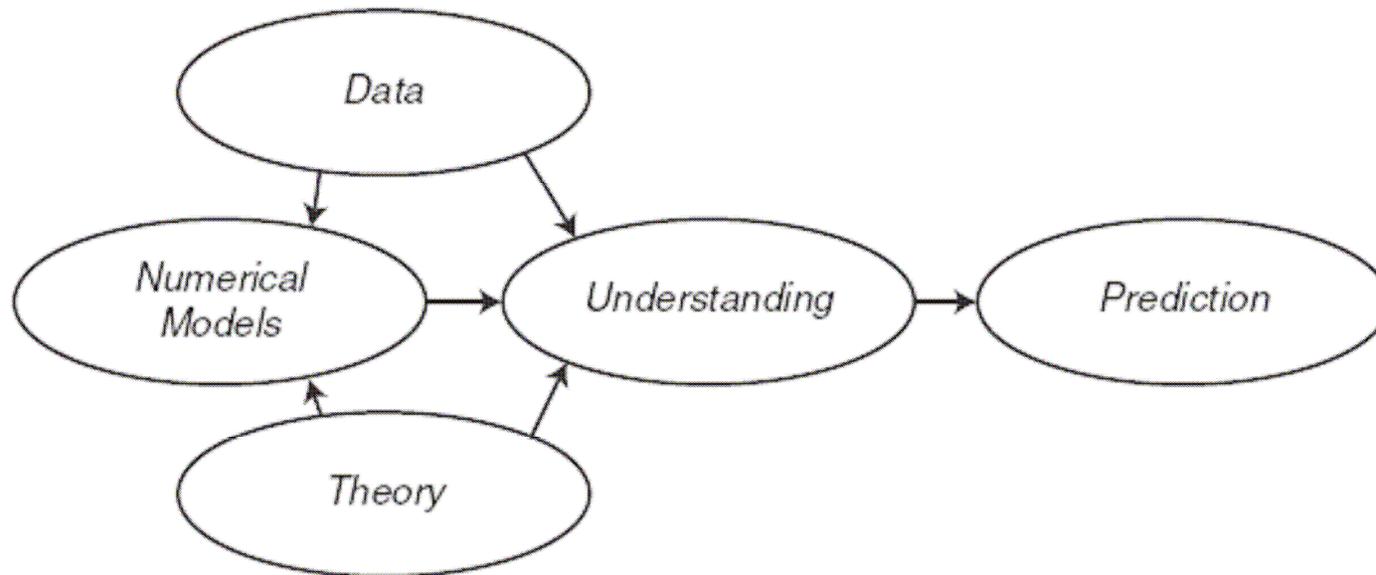
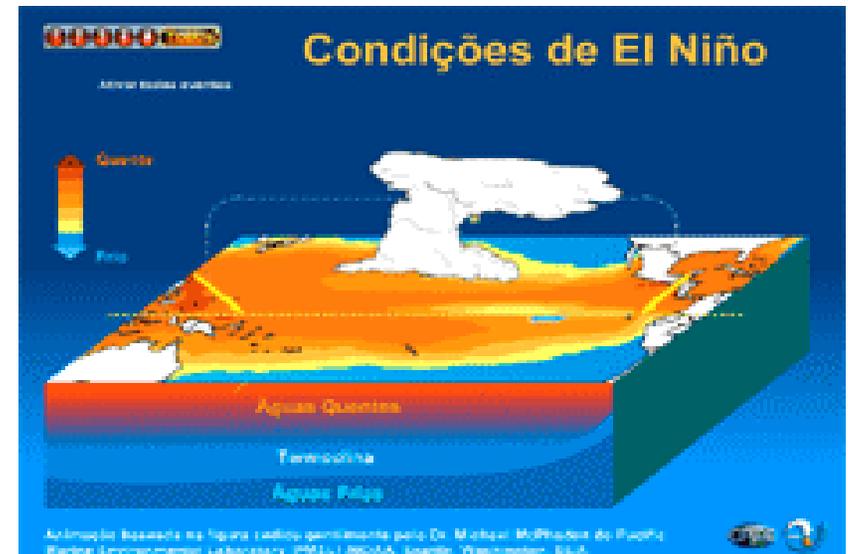


Figure 1.1 Data, numerical models, and theory are all necessary to understand the ocean. Eventually, an understanding of the ocean-atmosphere-land system will lead to predictions of future states of the system.

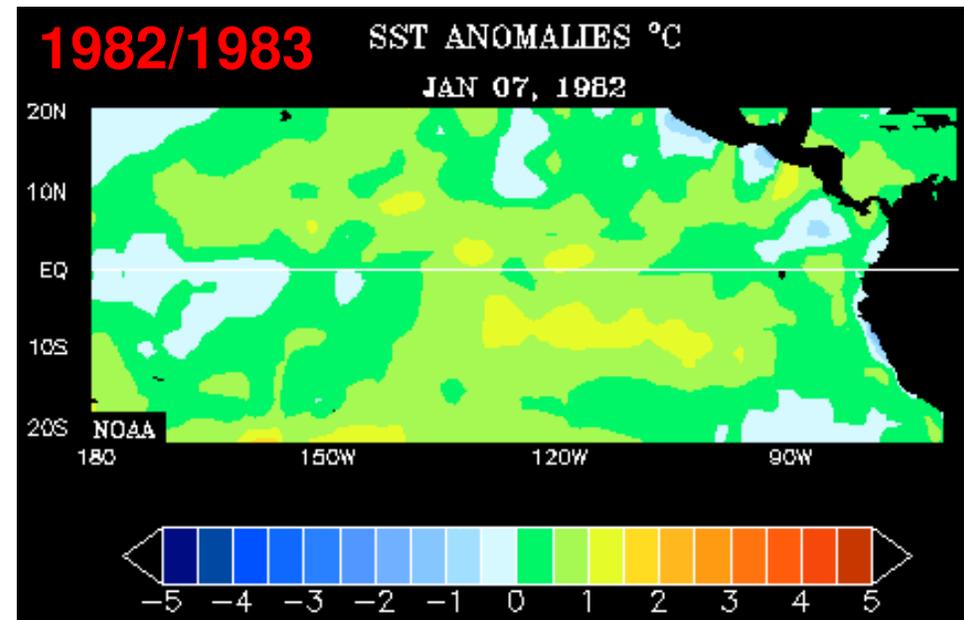
Fonte: Stewart (2005)

O exemplo do **El Niño** (ou fase quente do ENOS)

- ✓ Os ventos alísios na parte central e oeste do Pacífico enfraquecem
- ✓ Termoclina afunda na parte leste e fica mais rasa na parte oeste
- ✓ A ressurgência na parte leste fica reduzida, diminuindo aporte de nutrientes
- ✓ A TSM aumenta



adaptado do NOAA/TAO project



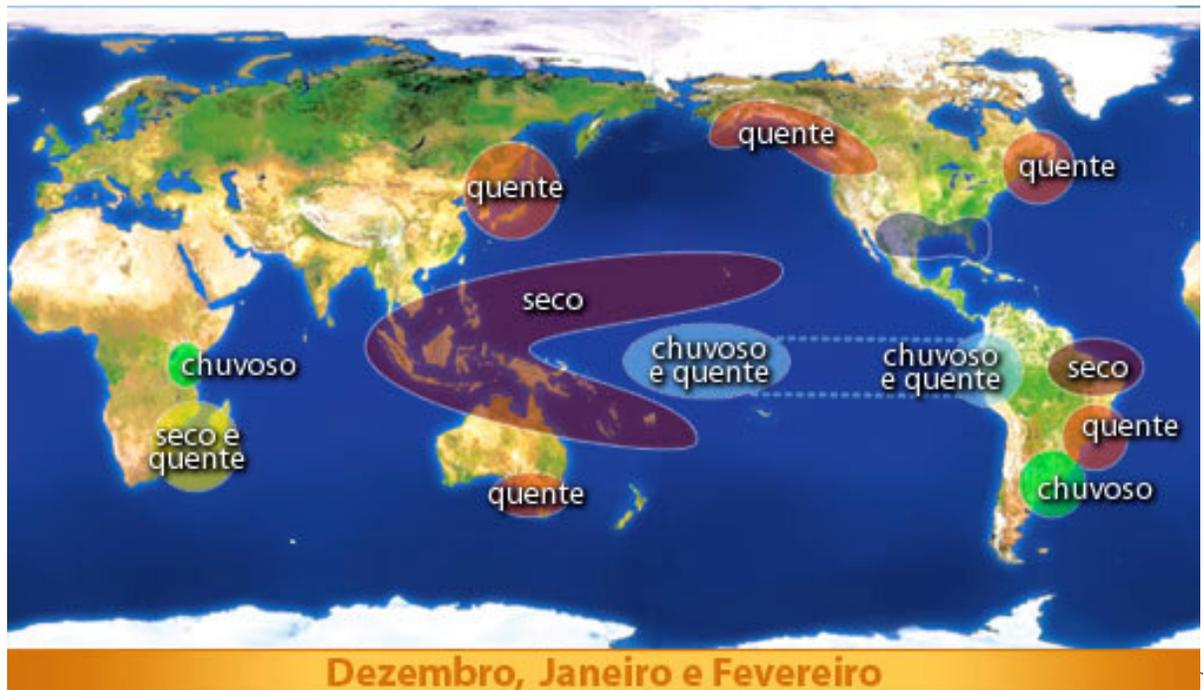
## :: Ocorrência de El Niño

1877 - 1878	1888 - 1889
1896 - 1897	1899
1902 - 1903	1905 - 1906
1911 - 1912	1913 - 1914
1918 - 1919	1923
1925 - 1926	1932
1939 - 1941	1946 - 1947
1951	1953
1957 - 1959	1963
1965 - 1966	1968 - 1970
1972 - 1973	1976 - 1977
1977 - 1978	1979 - 1980
1982 - 1983	1986 - 1988
1990 - 1993	1994 - 1995
1997 - 1998	

Legenda: Forte Moderada Fraco

### Fontes de Informações

Rasmusson e Carpenter 1983, Monthly Weather Review, Ropelewski e Halpert 1987, Monthly Weather Review. Cold episode sources Ropelewski e Halpert 1989, Journal of Climate. Climate Diagnostics Bulletin. A intensidade dos ventos é baseada no padrão e magnitude das anomalias da TSM do Pacífico Tropical.



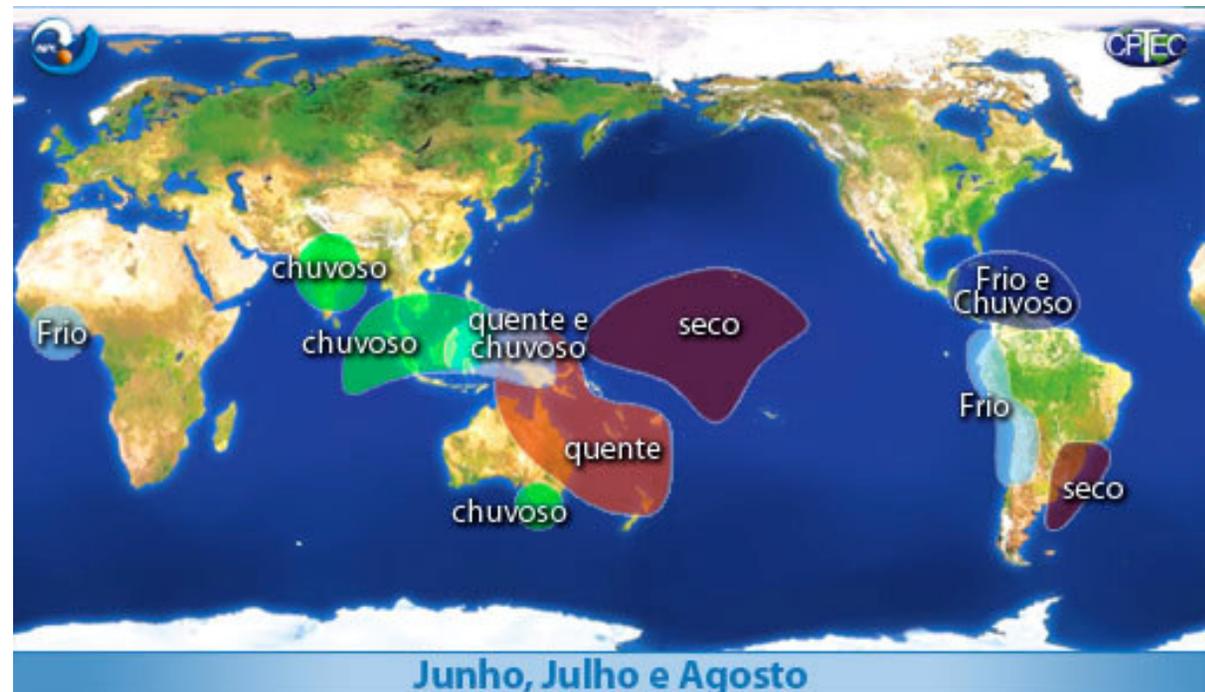
## Ocorrência do La Niña

1886	1903 - 1904
1906 - 1908	1909 - 1910
1916 - 1918	1924 - 1925
1928 - 1929	1938 - 1939
1949 - 1951	1954 - 1956
1964 - 1965	1970 - 1971
1973 - 1976	1983 - 1984
1984 - 1985	1988 - 1989
1995 - 1996	1998 - 2001

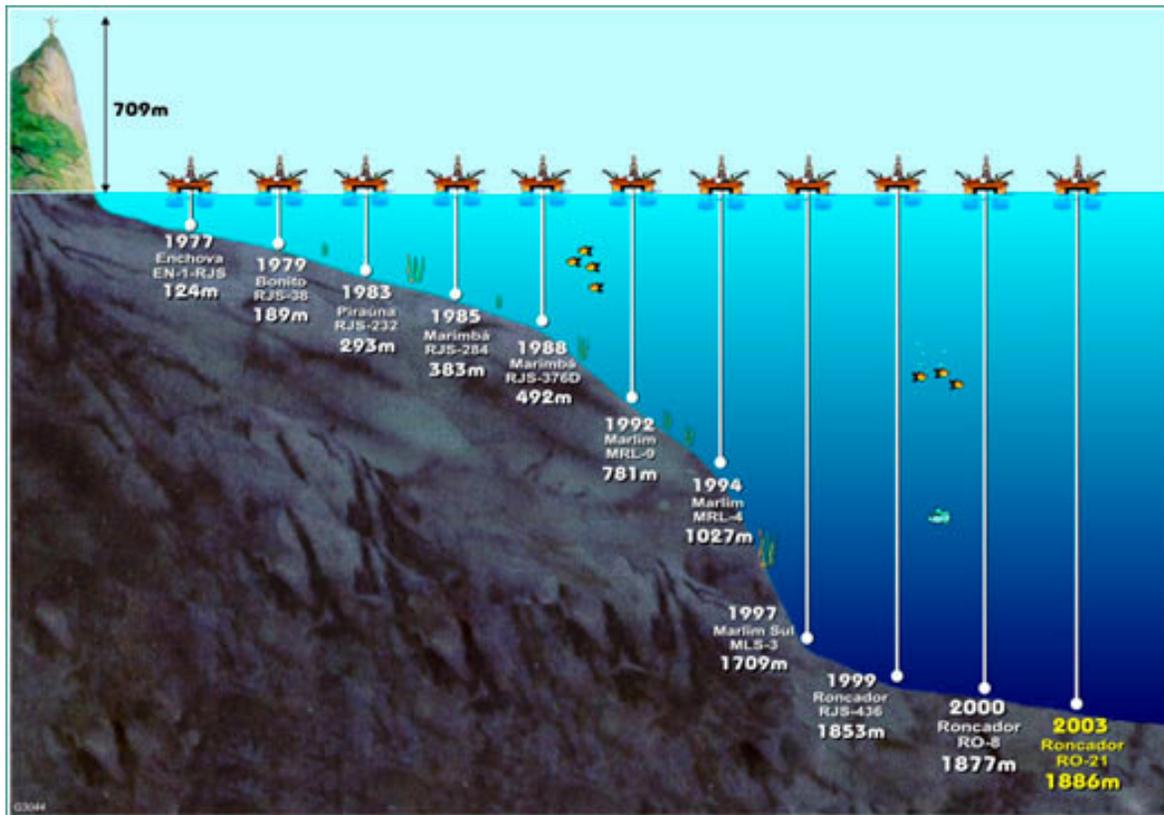
Legenda: Forte Moderada Fraco

## Fontes de Informações

Rasmusson e Carpenter 1983, Monthly Weather Review, Ropelewski e Halpert 1987, Monthly Weather Review. Cold episode sources Ropelewski e Halpert 1989, Journal of Climate. Climate Diagnostics Bulletin. A intensidade dos ventos é baseada no padrão e magnitude das anomalias da TSM do Pacífico Tropical.



## Ex: Exploração de Petróleo



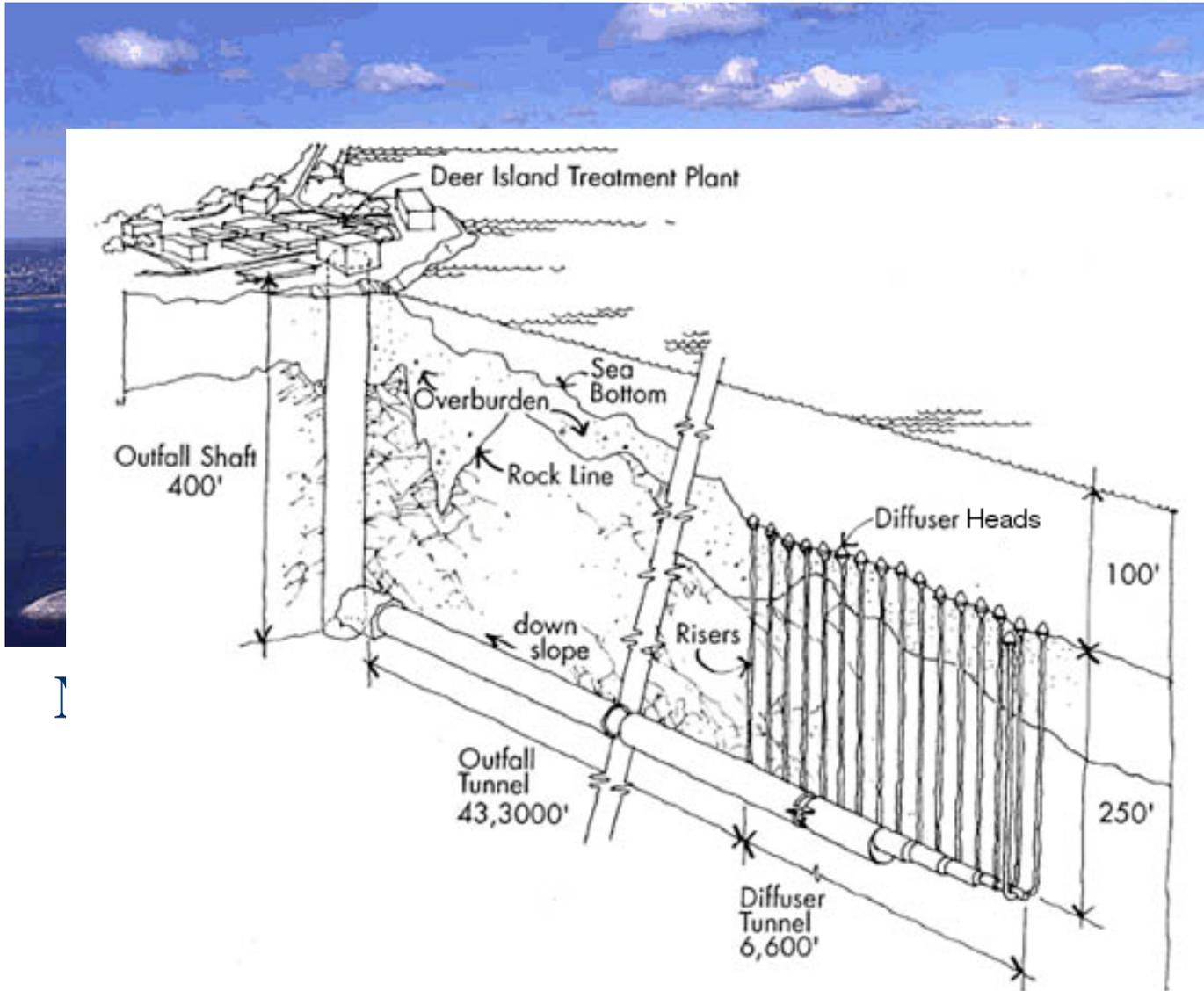
Plataforma Flutuante



Plataforma Fixa



Fonte: <https://www2.petrobras.com.br/portal/petrobras.htm>



Estação de tratamento de esgotos de Deer Island, Porto de Boston, EUA – emissário submarino de 15 km

I



# Considerações Finais



- ✓ Os oceanos são **muito pouco** conhecidos. O que se conhece é baseado em dados coletados a pouco mais de um século e que a partir de 1978, vem sendo complementados com observações de satélite;
- ✓ Uma descrição básica do oceano é suficiente **apenas** para descrever a **circulação média** dos oceanos. Recentemente, um grande esforço vem sendo colocado para descrever a variabilidade destes processos;
- ✓ As observações são **essenciais** para se entender os oceanos. Poucos processos foram previstos a partir da teoria, sem ter sido antes observados.