

Medições Oceanográficas na Margem Equatorial no Âmbito do Projeto REMObs

Luiz Alexandre de A. Guerra, André Lima T. Mendes, Renato Parkinson Martins

PETROBRAS/CENPES



I Congresso de
**Ciências do Mar na
Margem Equatorial
Brasileira**

28 a 30 de outubro de 2024

Universidade Federal do Maranhão • São Luís - MA

Projeto REMObs

VISÃO DE FUTURO

- Ampliar o conhecimento dos fenômenos meteoceanográficos nas área de interesse da PETROBRAS por meio de parcerias estratégicas, contribuindo para o Desenvolvimento Científico Nacional e alinhando-se às iniciativas da Década do Oceano.

OBJETIVO GERAL

- Desenvolver um sistema de monitoramento em **tempo real** das condições meteoceanográficas ao longo da costa brasileira, atendendo às demandas da Indústria de Petróleo, Defesa Nacional, Segurança da Navegação e Desenvolvimento Científico.

Um pouco de
História...



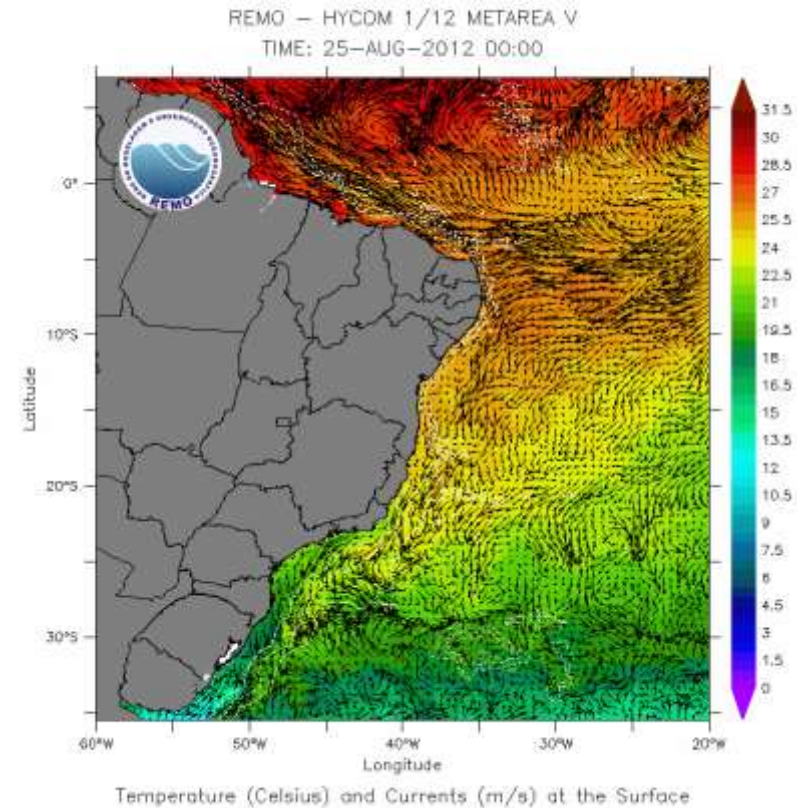
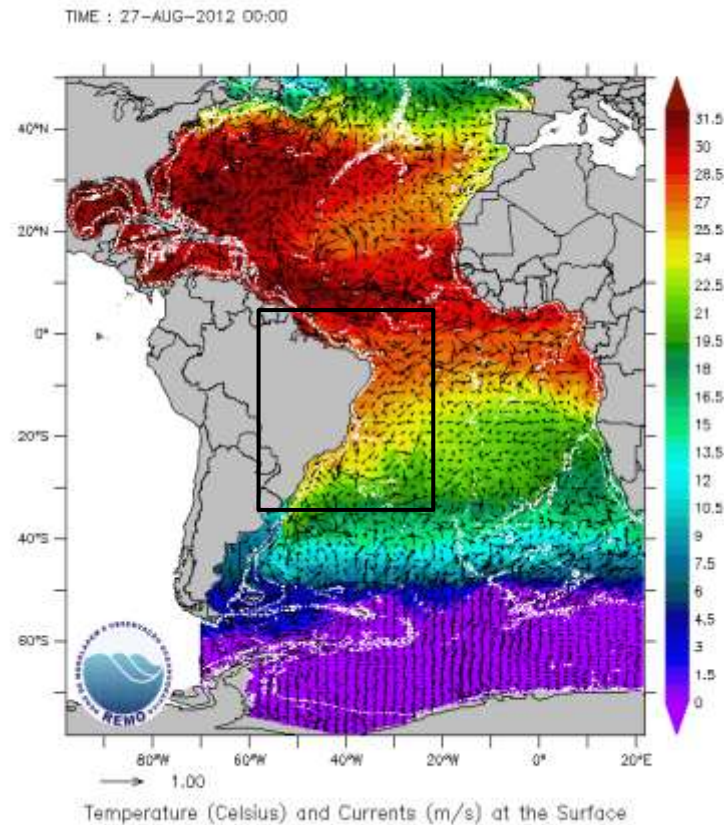
REMO

Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica
Desde 2006-...



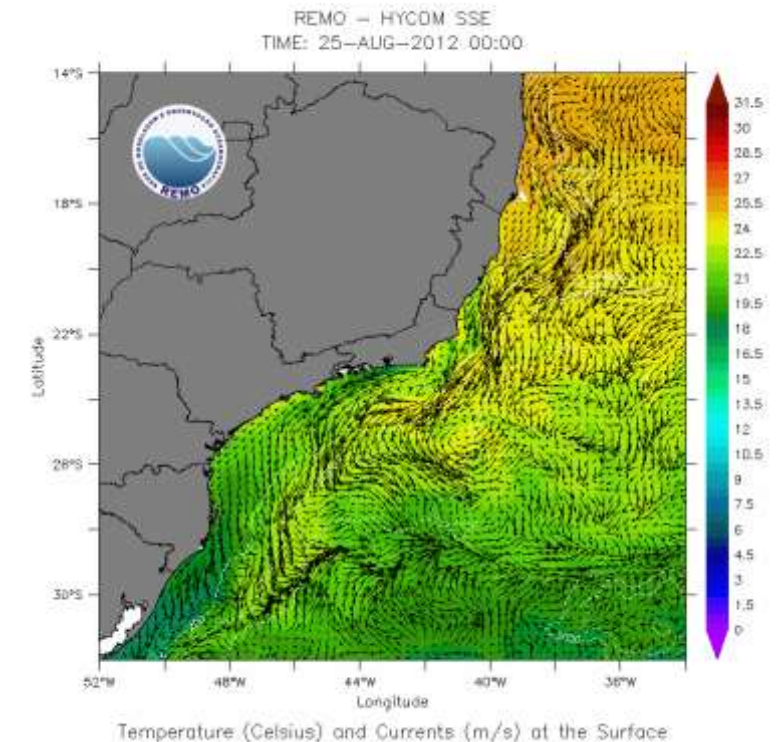
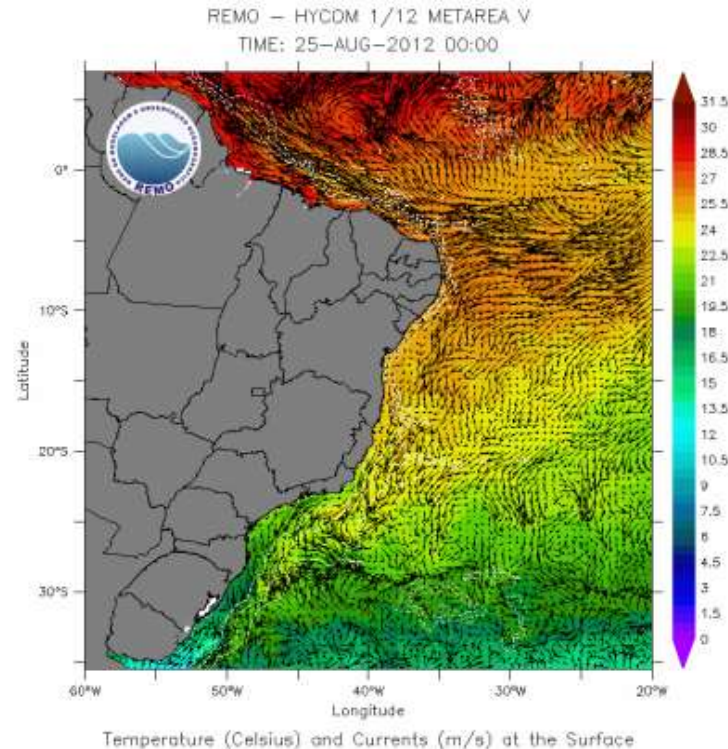
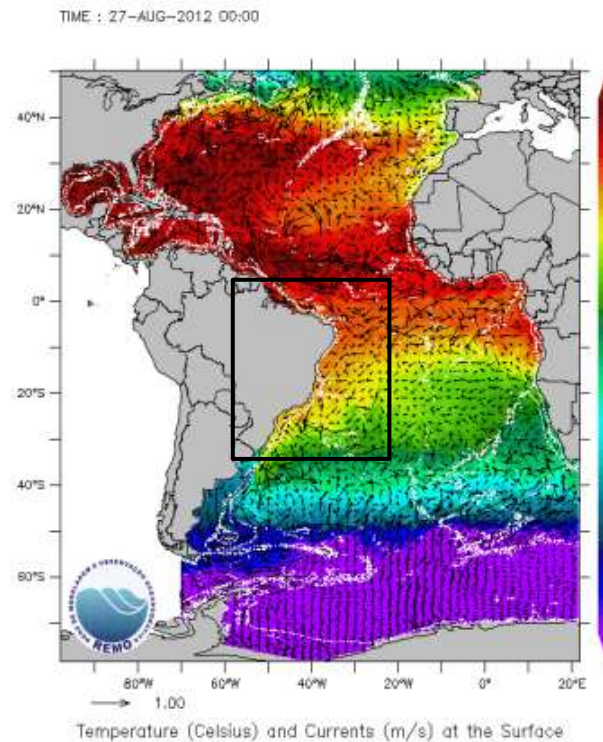
Histórico

- ❖ **2007:** Criação de grupo de pesquisa no CNPq com as universidades parceiras (UFBA, UFRJ, USP, FURG), Marinha do Brasil e Petrobras
- ❖ **2010:** Início da previsão operacional no **CHM** com 2 grades (HYCOM Atlântico 1/4 e METAREA-V 1/12) utilizando a técnica de Cooper & Haines para “assimilação” de SSH



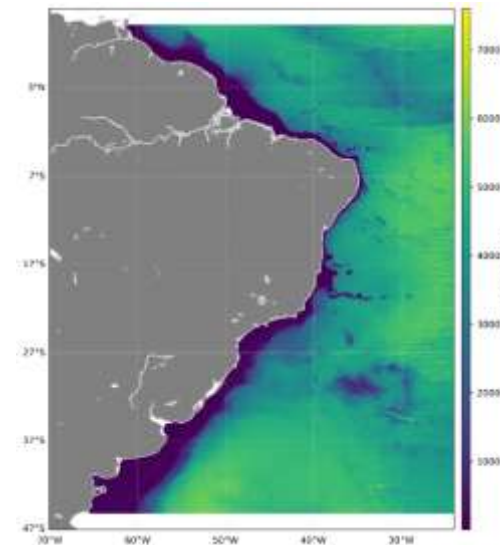
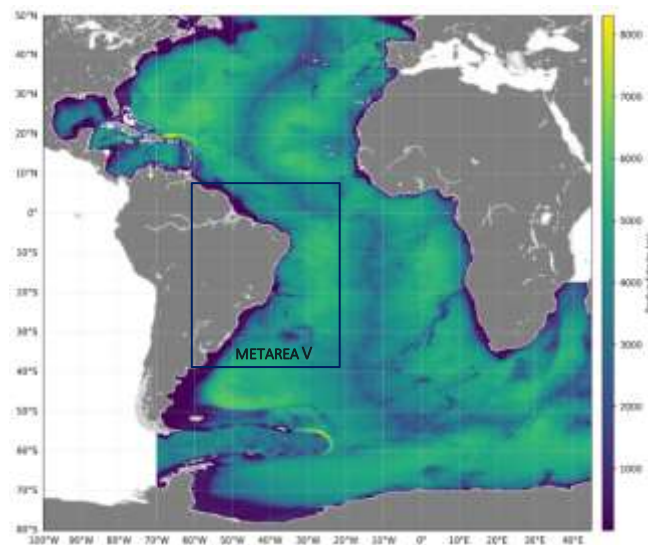
Histórico

- ❖ **2010:** Ingresso no **GODAE OceanView Science Team**, fórum especializado de sistemas operacionais de previsão oceânica (Europa, USA, Japão, Austrália,...)
- ❖ **2012:** Aperfeiçoamento do Sistema de previsão operacional no **CHM** com 3 grades (HYCOM 1/4° Atlântico, HYCOM 1/12° METAREA-V e HYCOM 1/24° SSE com maré)
- ❖ **2012:** **IBAMA** aprova a primeira base hidrodinâmica da **REMO** para aplicação em estudos ambientais para licenciamento



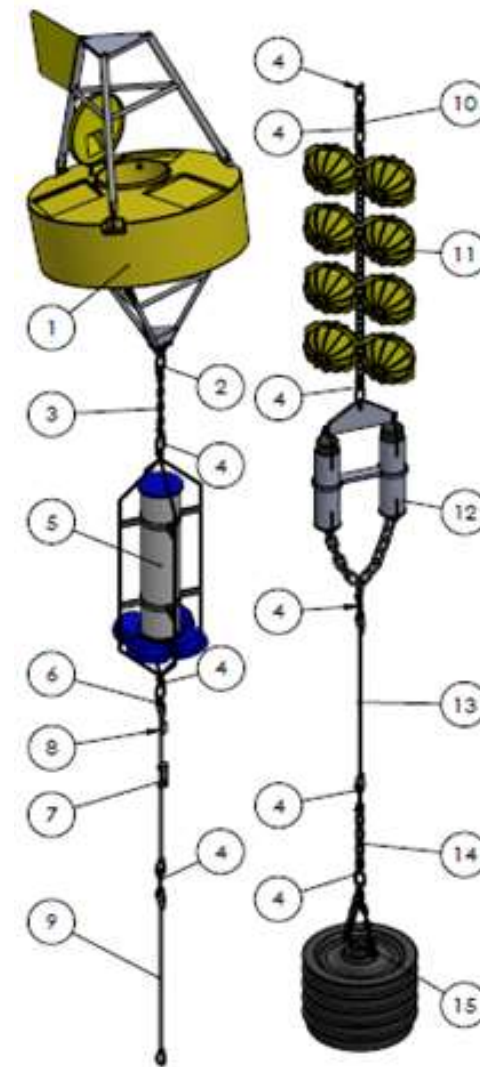
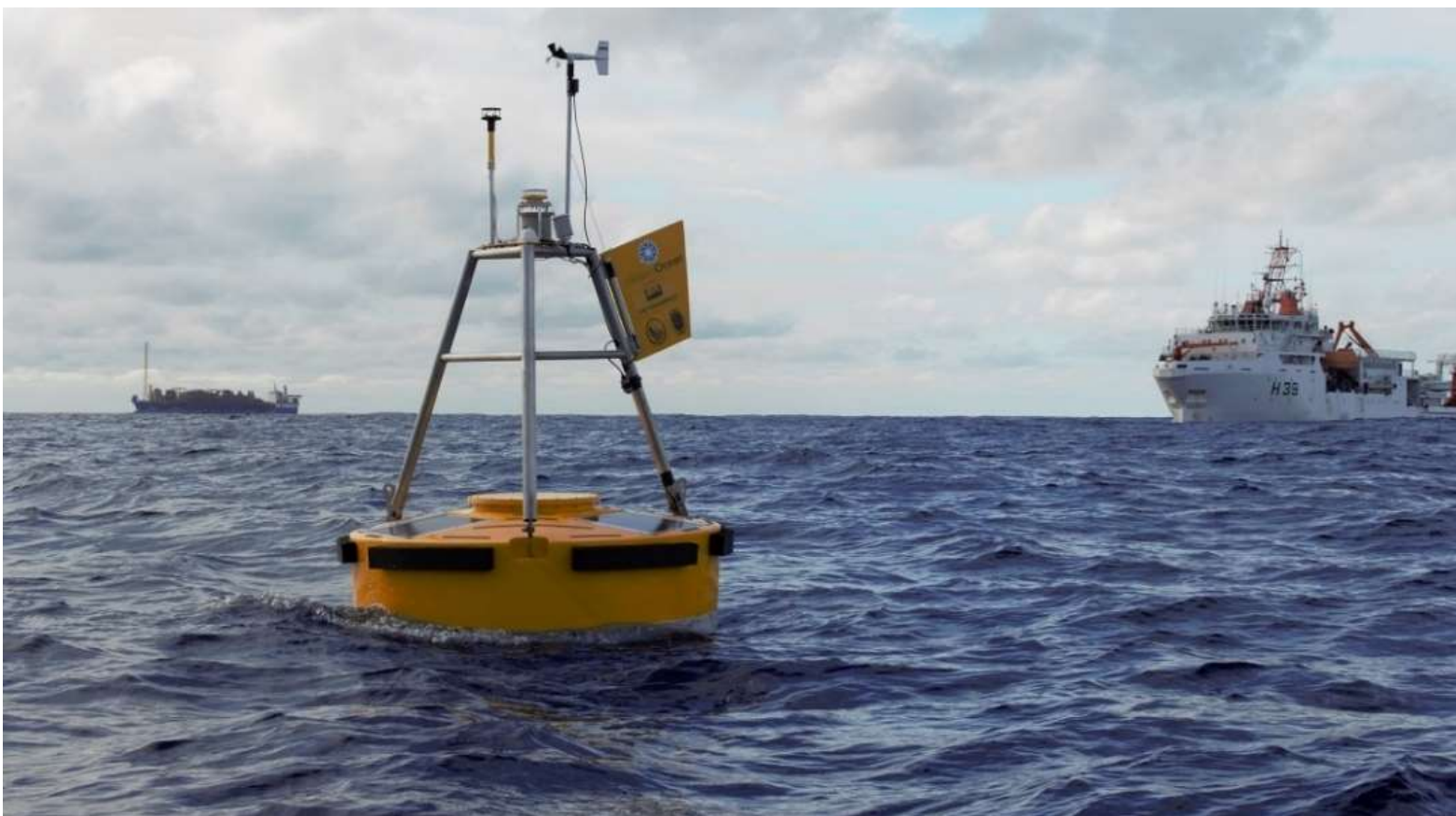
Histórico

- ❖ **2012:** Primeiros resultados do **REMO Ocean Data Assimilation System (RODAS)** usando EnOI para assimilação de SST, SLA e perfis T/S Argo.
- ❖ **2014:** Atualização do sistema de previsão operacional no CHM com uma versão do RODAS (assimilando SST e SLA, sem ARGO)
- ❖ **2015:** Experimentos com a boia meteoceanográfica **BMO-BR** instalada ao largo de Cabo Frio com a parceria da Marinha do Brasil e COPPE/UFRJ
- ❖ **2019:** Atualização do sistema de previsão operacional no CHM com grade **ATLÂNTICO 1/12°** e **METAREA-V 1/24°** assimilando SST, SLA e perfis ARGO T/S com o RODAS
- ❖ **2020:** Disponibilização da segunda base hidrodinâmica da **REMO para licenciamento ambiental**



Histórico

- ❖ **2020:** Lançamento pela Marinha do Brasil e Petrobras da primeira boia de águas profundas na **Bacia de Santos (2.200 m)** com a **BMO-BR**



Medições Meteoceanográficas por Bóias

Por que fazer uma boia nacional???

Desvantagens dos atuais sistemas comerciais



Altos custos de aquisição (CAPEX)

Poucos fornecedores no mundo, propriedade intelectual



Altos custos de operação (OPEX)

Sistemas proprietários, manutenção altamente especializada



Elevado tempo de mobilização e downtime

Manutenção e logística complexas



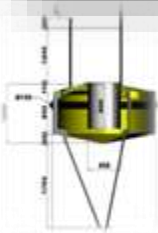
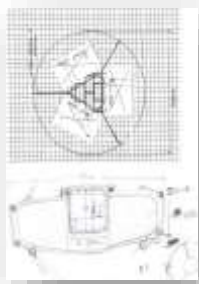
Incertezas nas medições

Sistemas proprietário fechados, não auditáveis

BMO-BR - Linha do Tempo

2009

1º Protótipo:
Projeto &
Fabricação



2010-2011

Teste de Campo:
TEBIG



2013

Lições Aprendidas:
Incorporação de
Aperfeiçoamentos



2014

Teste de longa duração:
Campo de Mexilhão
Boia Pioneira no Pré-Sal:
Campo de Tupi NE



2015-2017

Teste Operacional:
Rede REMO
Bacia de Santos



2019

Aplicação Operacional:
Rede PNBOIA
"Boia Itaóca"



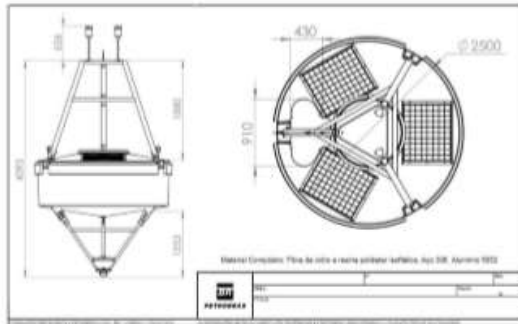
2020

Aplicação Operacional:
REMObs
TRL-9



Boia Meteoceanográfica – BMO-BR

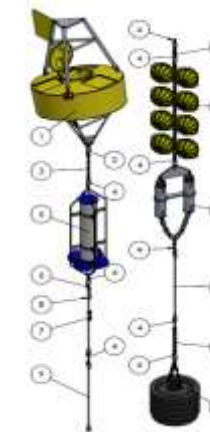
Projeto de Casco Nacional



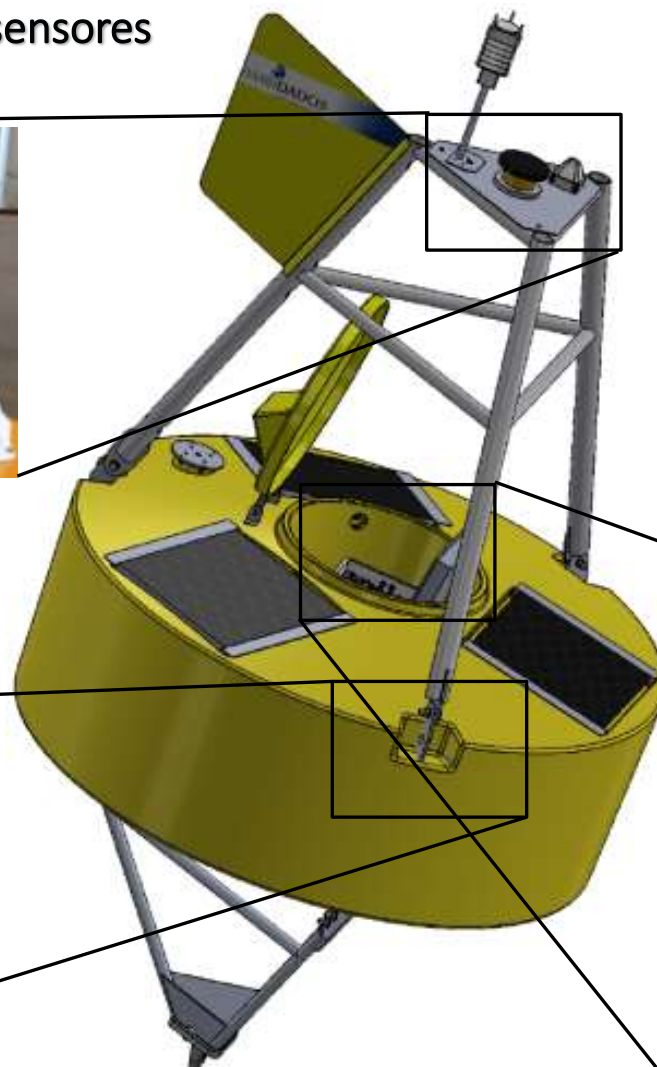
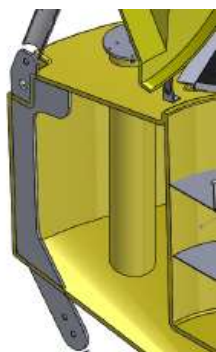
Novas tecnologias de sensores e comunicação



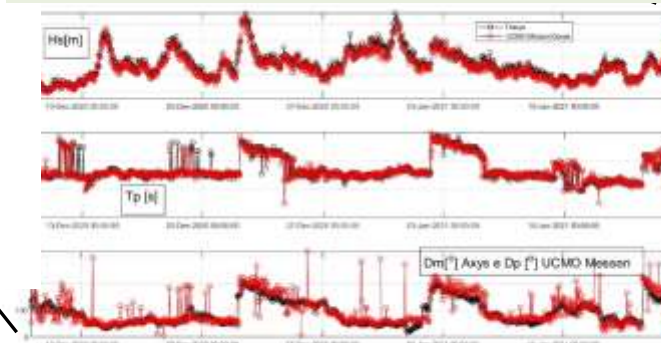
Projeto e linha de fundeio com materiais nacionais



Novas tecnologias construtivas (material compósito e fusão a frio)



Sistemas de medição e de controle validados



Mudando de assunto...

Coletar dados
no oceano é
uma tarefa
desafiadora e
cara!



THE SLOCUM MISSION

Narrative and Illustration
By Henry Stommel

IT IS DIFFICULT to realize that twenty-five years have passed since I first came to the Slocum Mission Control Center on Nonamesset Island, one of the Elizabeth Islands, in 1996. I was a post-doc in physical oceanography, and the Department of the Environment had just acquired the island from the descendants of a sea captain prominent in the China trade of the early nineteenth century. The government acquired Nonamesset to establish the World Ocean Observing System [WOOS], a facility capable of monitoring the global ocean, using a fleet of small neutrally-buoyant floats called Slocums that draw their power from the temperature stratification of the ocean. Nonamesset Island was chosen partly because it is isolated from the mainland of Cape Cod, but mostly because it is close to the Woods Hole Oceanographic Institution, the Marine Biological Laboratory, and a thriving scientific community.

Nestling low in the hills is the Mission Control Center itself, with its satellite antennas. Along the beach, facing Buzzards Bay, there are a few houses



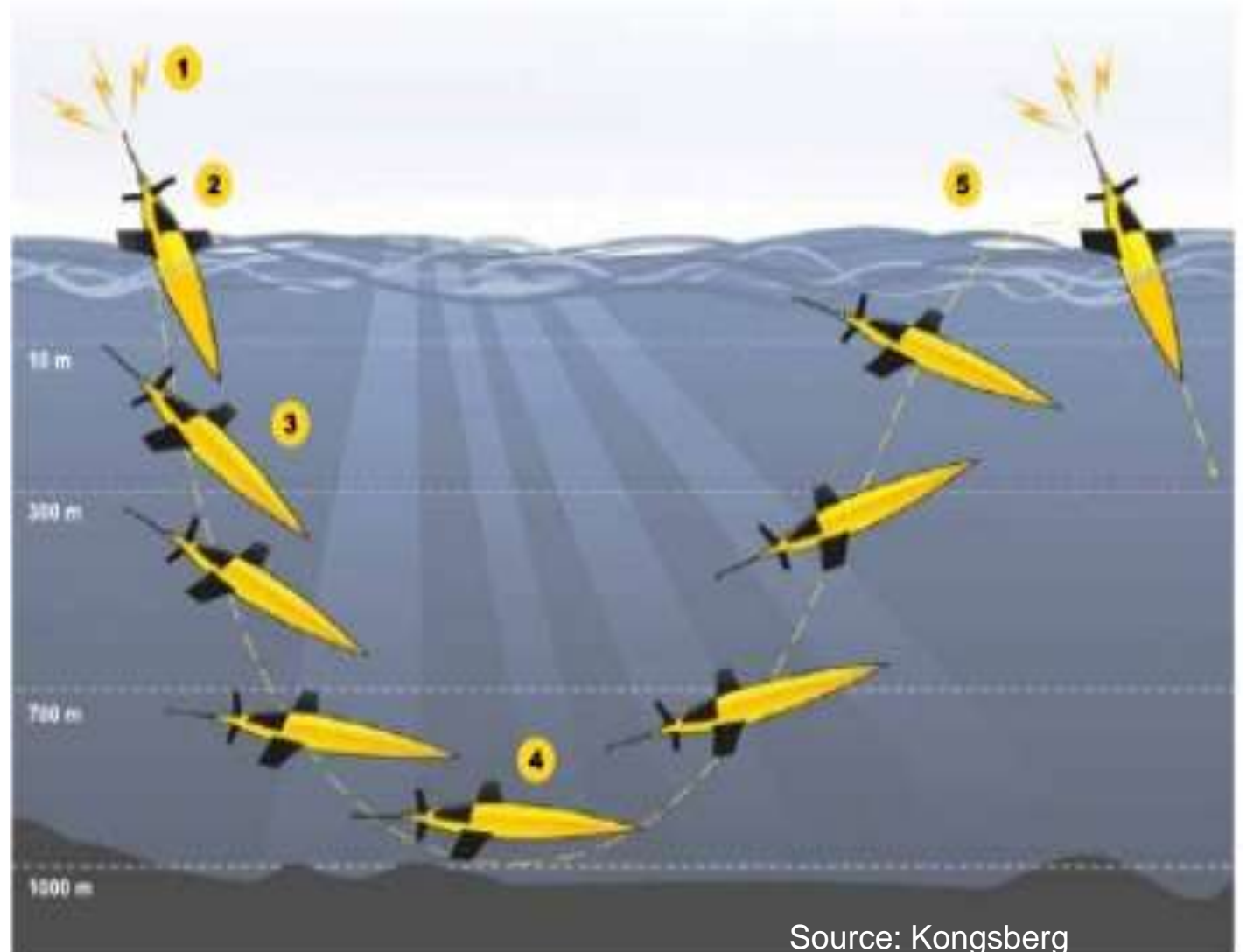
The payoff in increase of knowledge often is greatest the more unconventional the idea, especially when it conflicts with collective wisdom.

Stommel's vision: Slocum!

"...small neutrally-buoyant floats... that migrate vertically through the ocean by changing ballast, and they can be steered horizontally by **gliding** on wings at about a 35 degree angle... During brief moments at the surface, they transmit their accumulated data and receive instructions... Their speed is about 0.5 knot."

Henry Stommel (1989)

Fases do mergulho de um Glider



Source: Kongsberg

Lançamento do Primeiro Glider Petrobras 12/Set/2014





GIS-SUB



Long: 39°08'36" W
Lat: 23°00'53" S

E&P-SERV/US-SUB/GDS/TGO

Funcionalidade Atual: Janela de Zoom +



Missão Básica

200m

23g 36' S
42g W

Rota do glider e wave glider

PMXL-1

FPSO SANTOS

Libra

PMLZ-1

FPSO PARATY

FPSO ANGRA DOS REIS

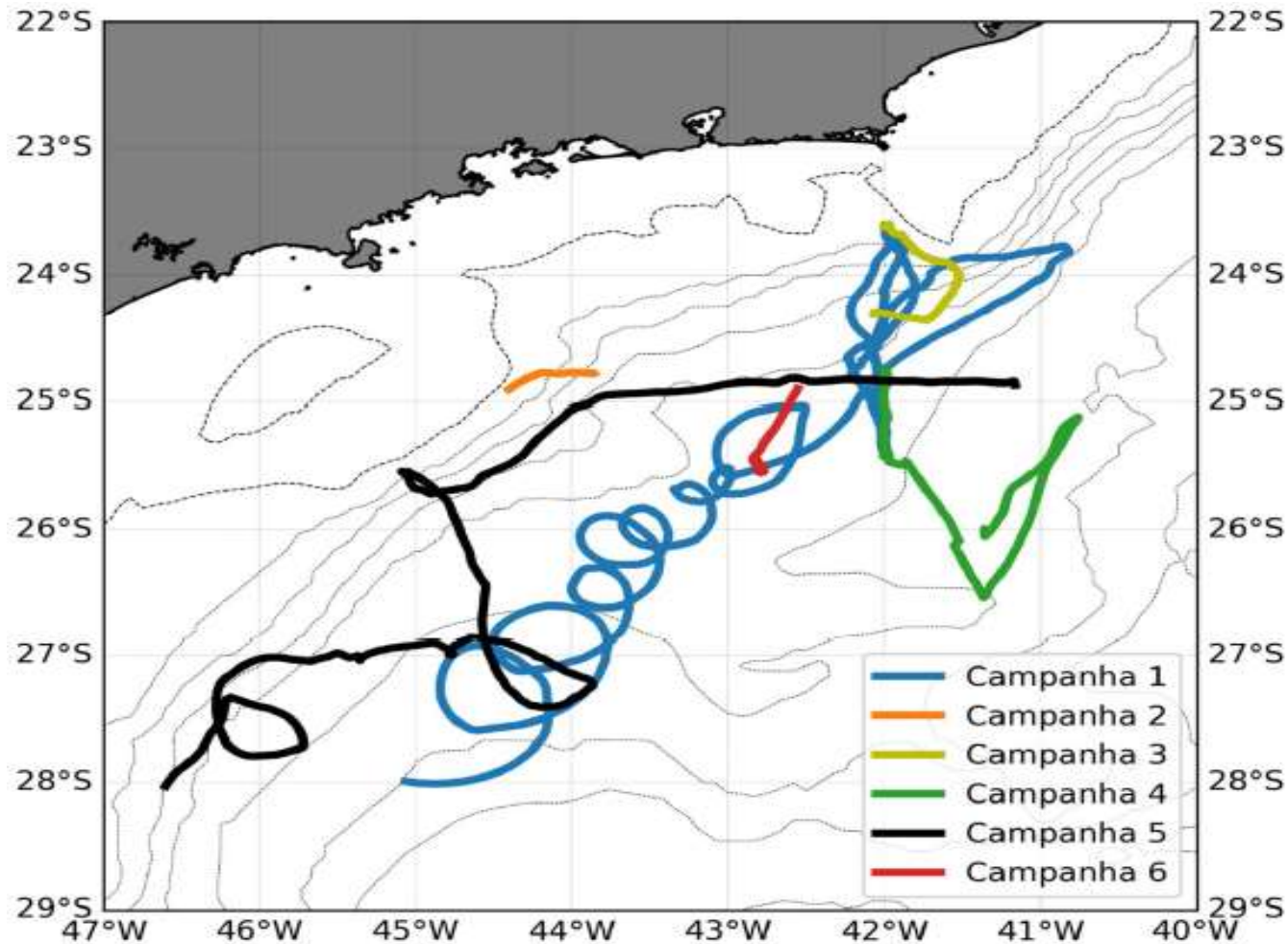
FPSO SAO VICENTE

FPSO SAO PAULO

25g 45' S
42g W



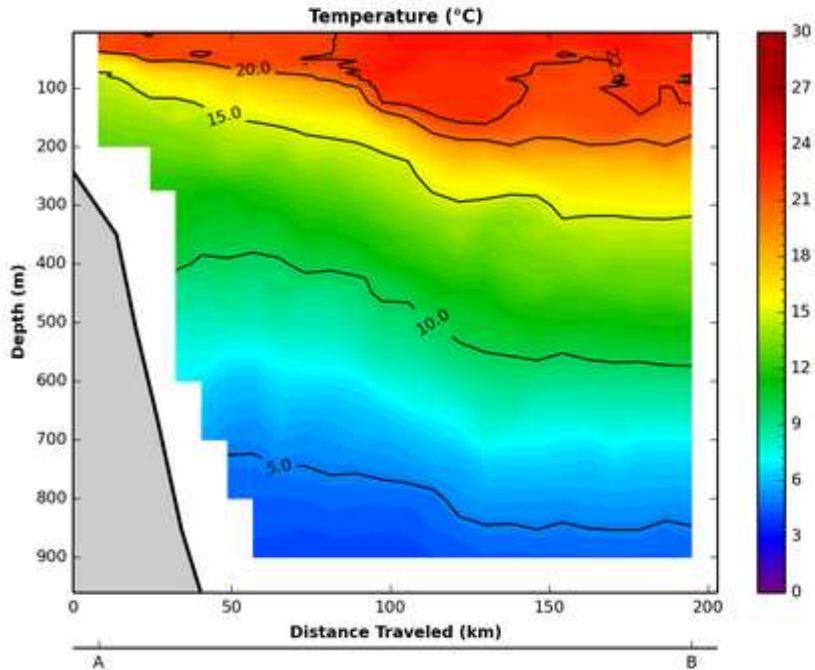
Singraduras dos Gliders: Set 2014 – Jan 2016



4.976 km navegados em 313 dias

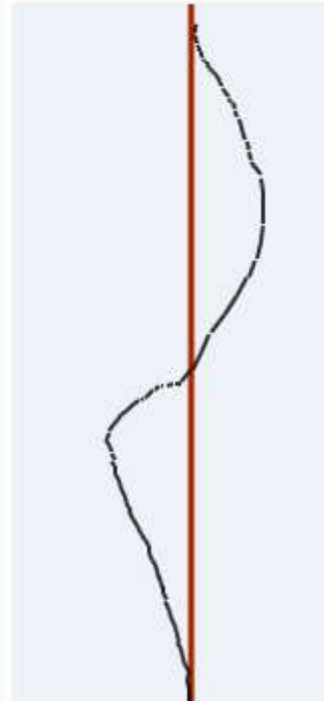
1.954 mergulhos

Glider: Luiz Carlos
First dive: 11/10/14 05:59
Last dive: 24/10/14 08:05
Distance traveled: 234.15 km



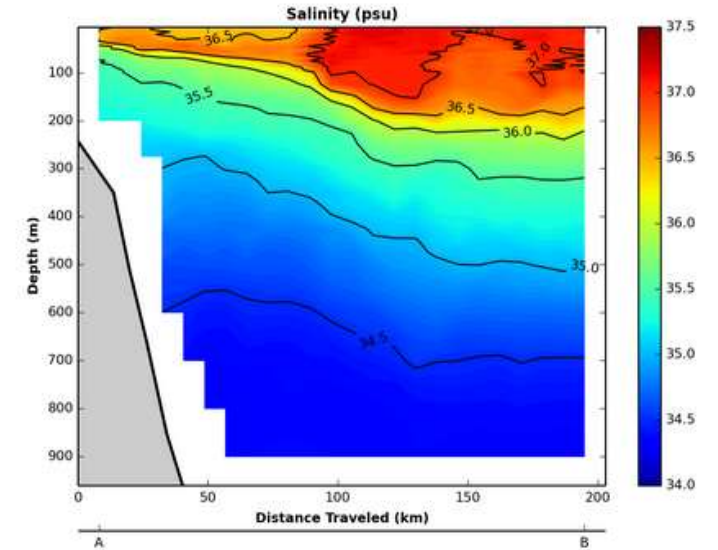
12/09/2014 - 27/09/2014

Temperature

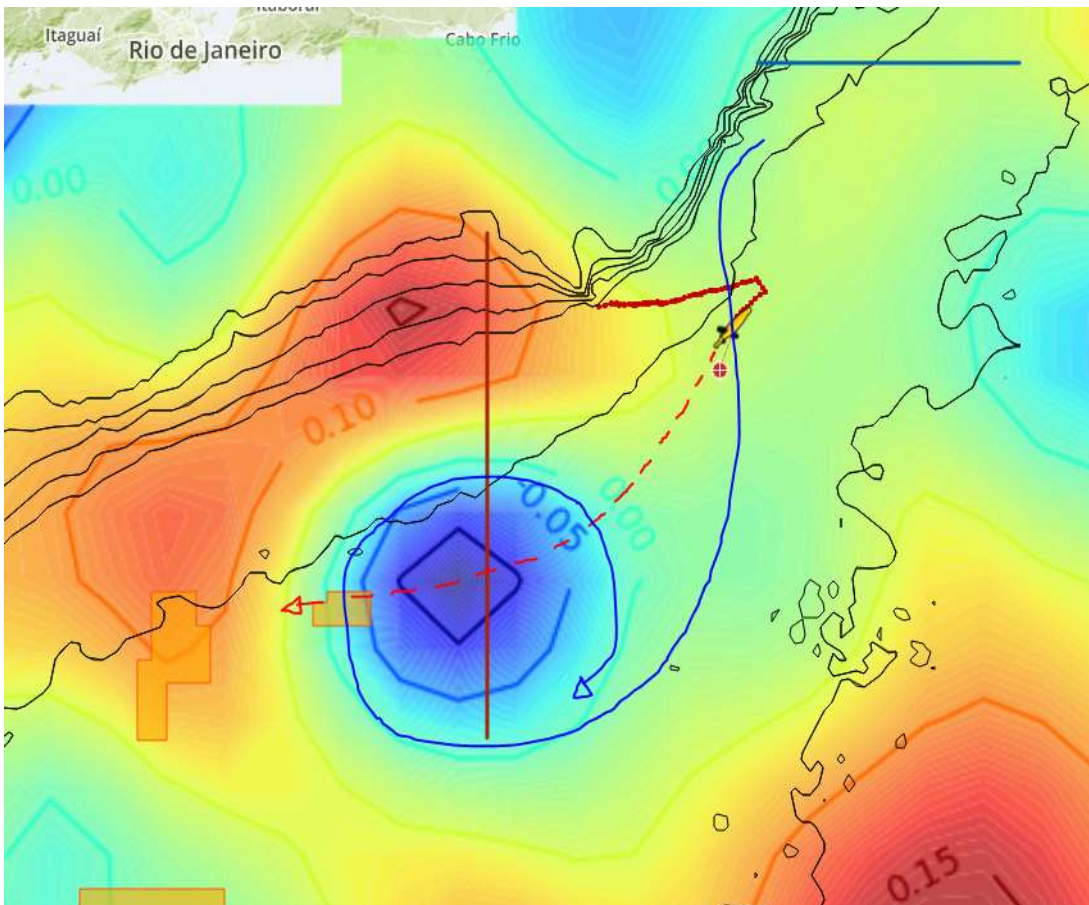


RADIAL BR

Glider: Luiz Carlos
First dive: 11/10/14 05:59
Last dive: 24/10/14 08:05
Distance traveled: 234.15 km

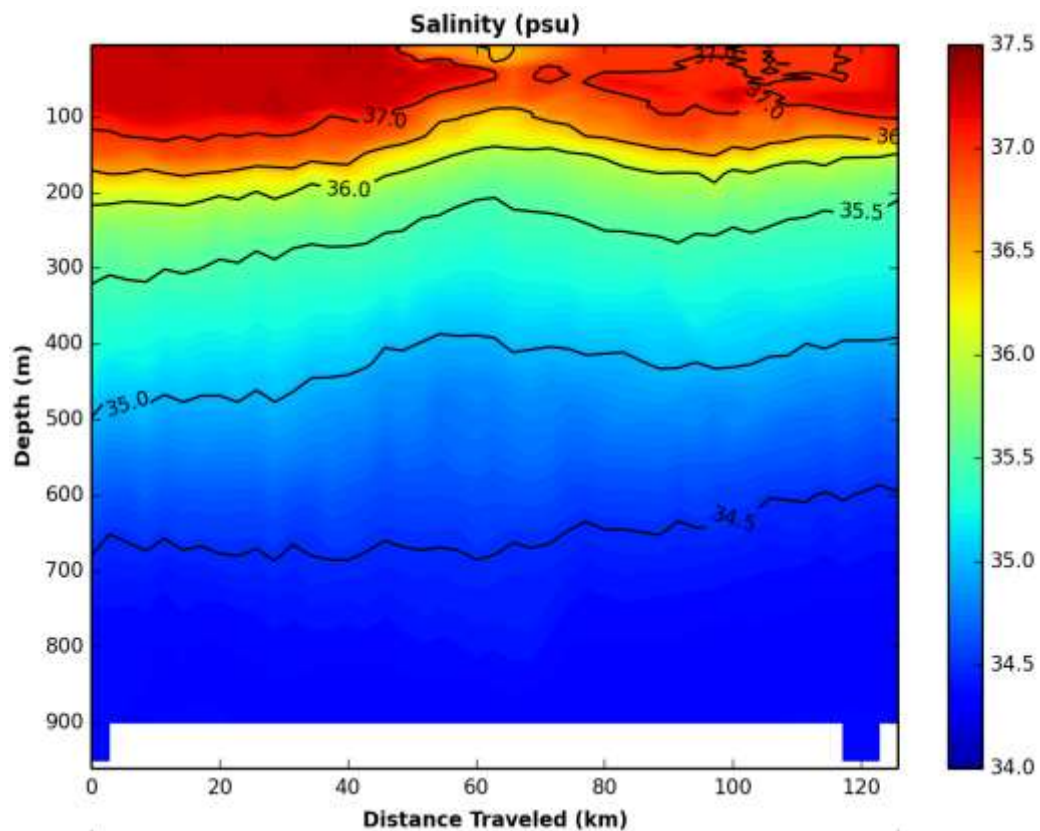


Seções de Temperatura e Salinidade



Filamento de Água Costeira

30/Out a 09/Nov/14

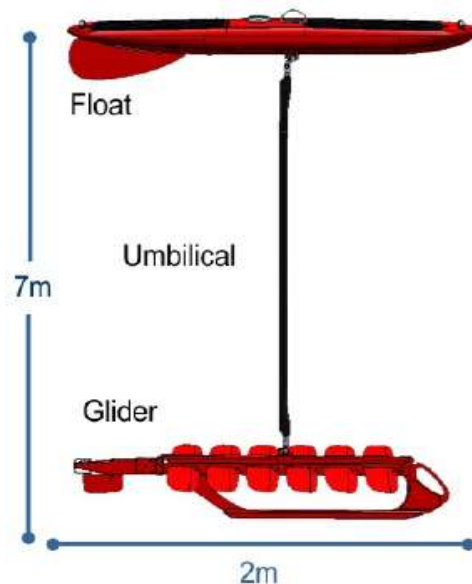


Pioneiro no Brasil

Wave Glider

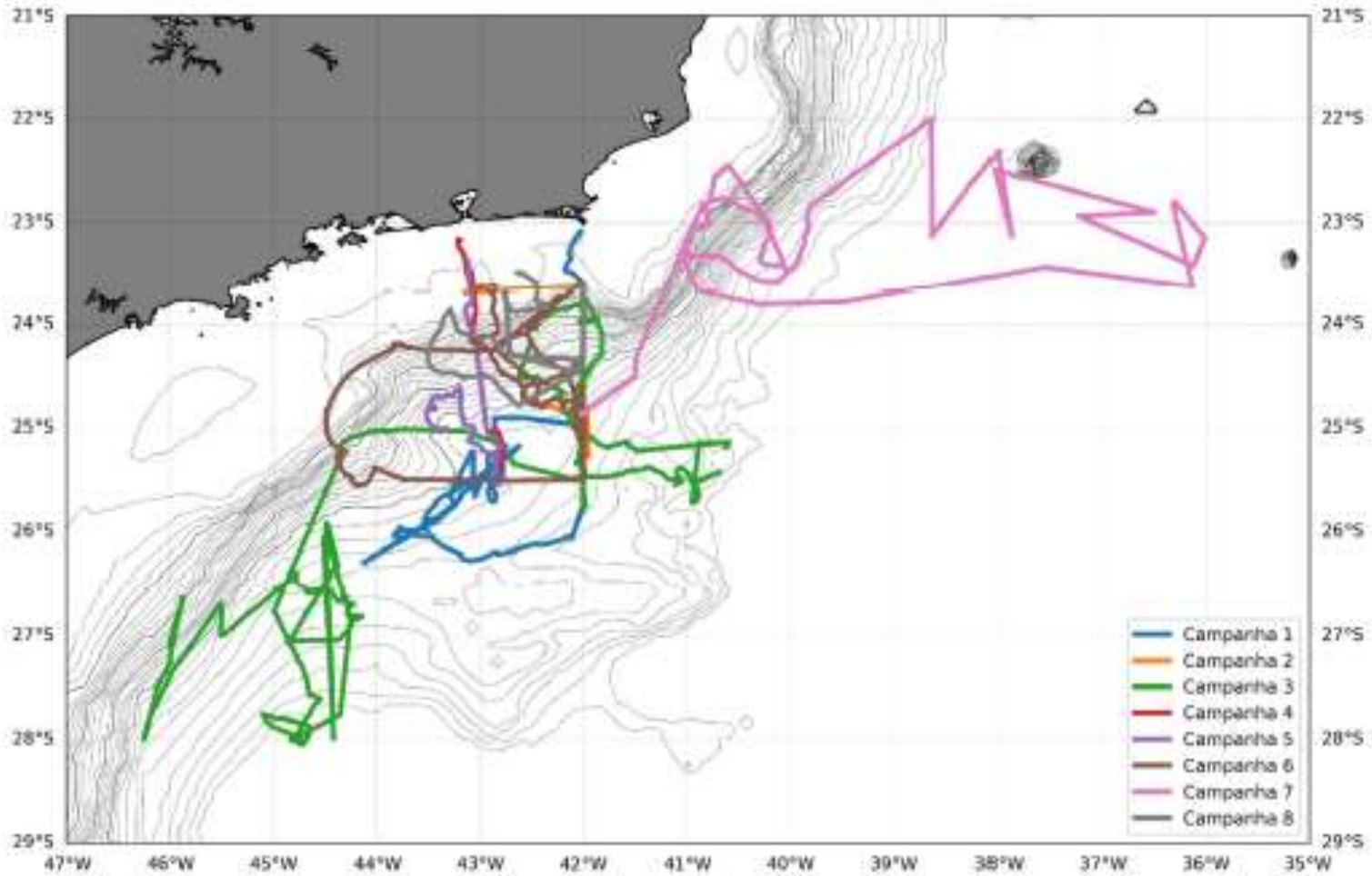
Wave Glider é um USV (Unmanned Surface Vehicles) com as seguintes características:

- Propulsão por energia das ondas
- Dois componentes: superfície e submarino
- Grande autonomia (meses)
- Velocidade máxima: 2 m/s
- Telemetria por todo o tempo



Lançamento do primeiro Wave Glider da Petrobras
Nov. 17, 2014

Singraduras dos Wave Gliders: Set 2014 – Jan 2016

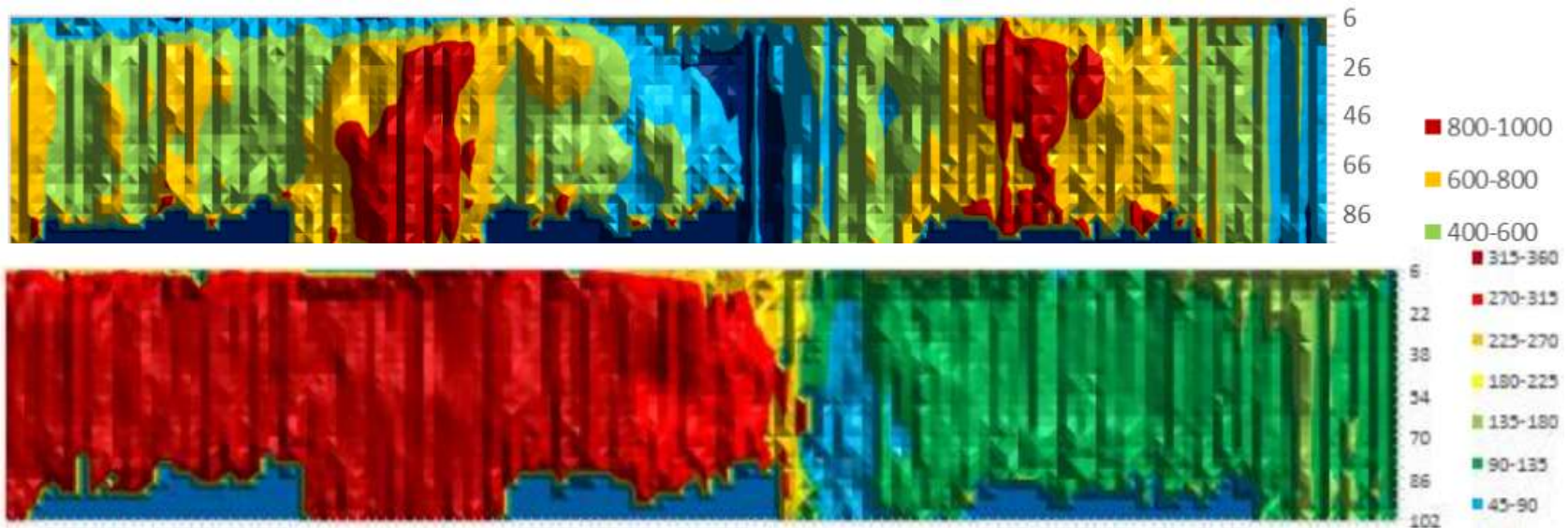
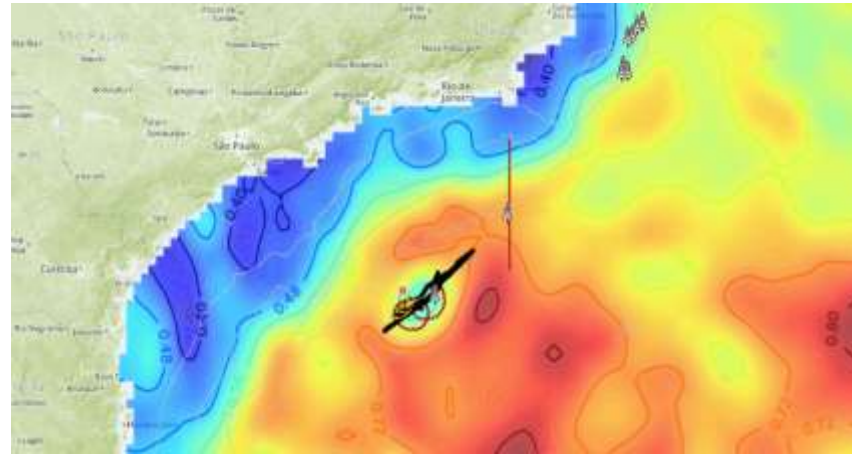
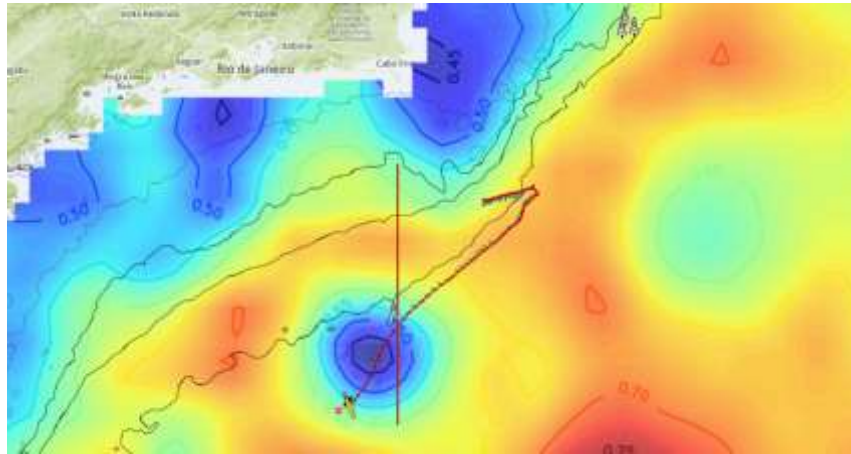


14.000 km navegados em 448 dias

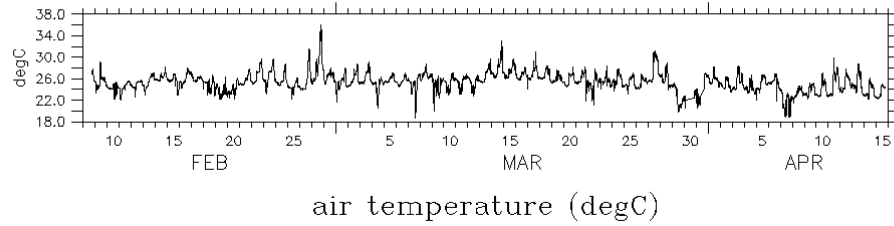
25 dias em missão PAM

Vórtice de Cabo Frio: Sep/2014 – Fev/2015

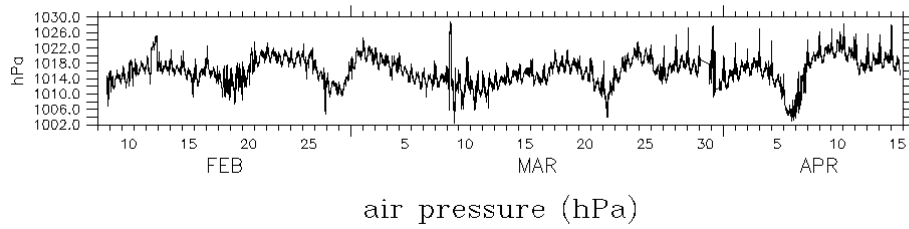
Seção ADCP



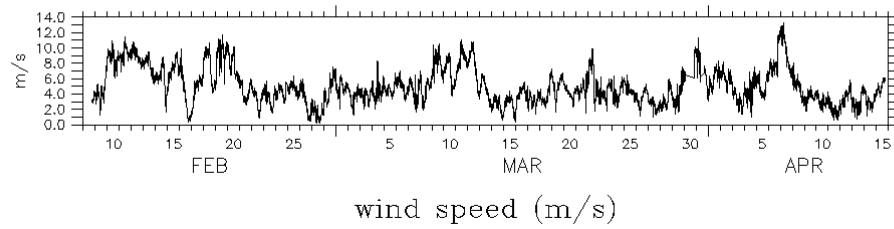
Z : 1
YEAR : 2015



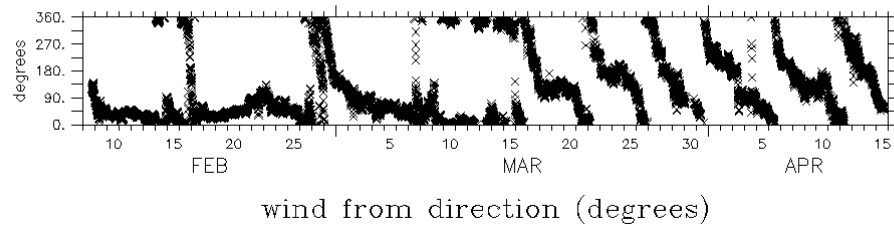
Z : 1
YEAR : 2015



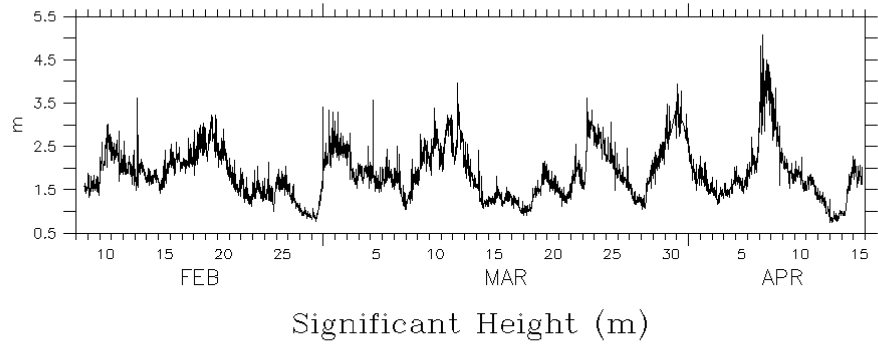
Z : 1
YEAR : 2015



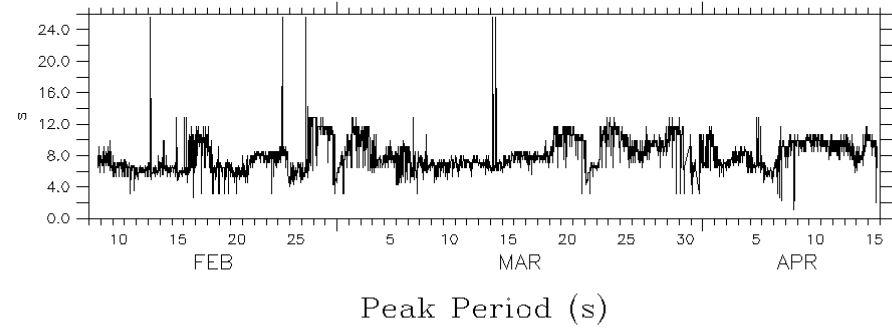
Z : 1
YEAR : 2015



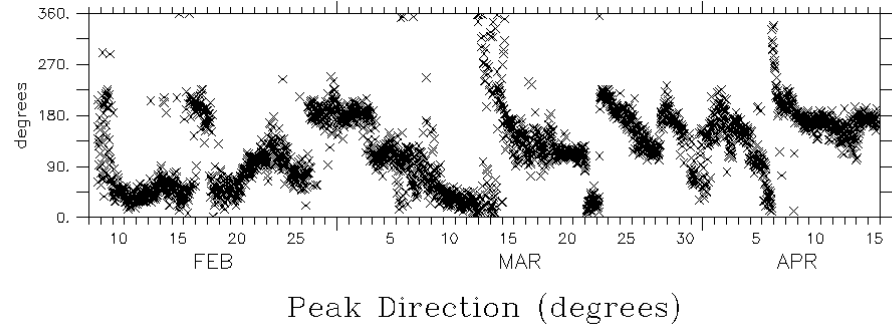
YEAR : 2015



YEAR : 2015



YEAR : 2015



Mapping cetacean sounds using a passive acoustic monitoring system towed by an autonomous Wave Glider in the Southwestern Atlantic Ocean

Lis Bittencourt^a, William Soares-Filho^b, Isabela Maria Seabra de Lima^a, Sudhir Pai^c, Jose Lailson Brito Jr.^a, Leonardo Martins Barreira^b, Alexandre Freitas Azevedo^a, Luiz Alexandre A. Guerra^{d,*}

^a Laboratório de Manufatura Aquática e Hidrodinâmica (MAQUA), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brazil

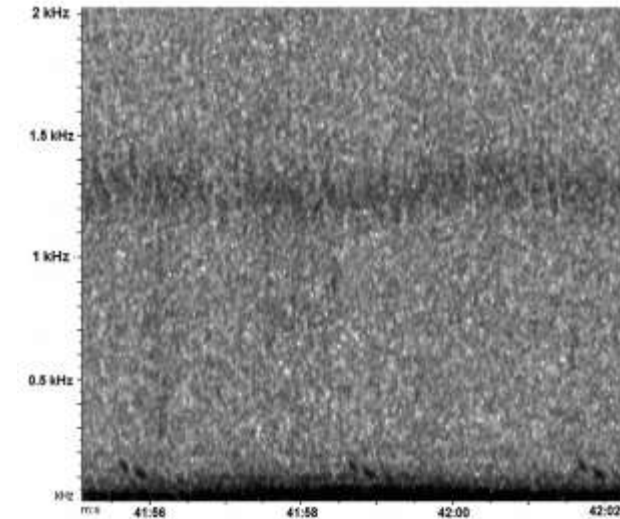
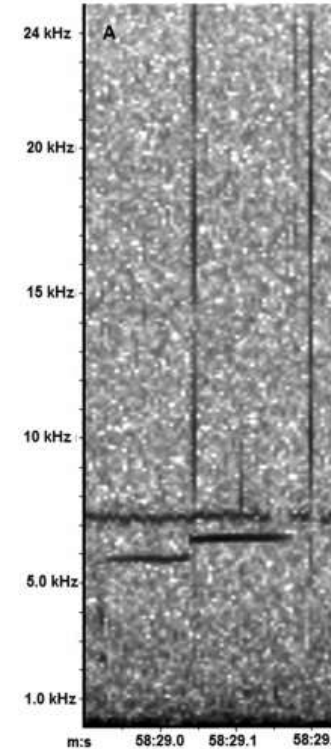
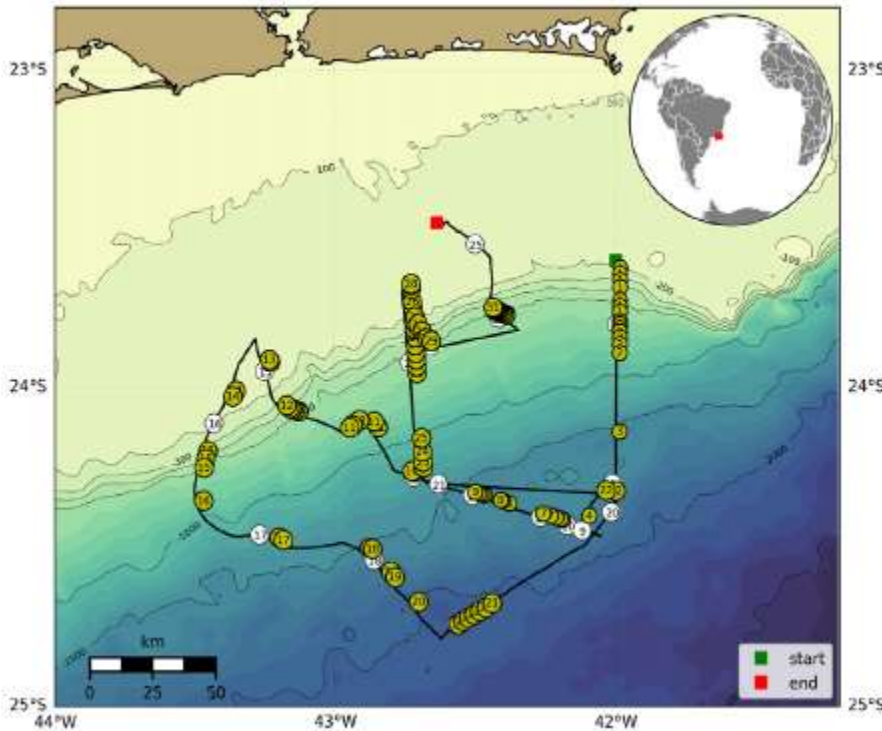
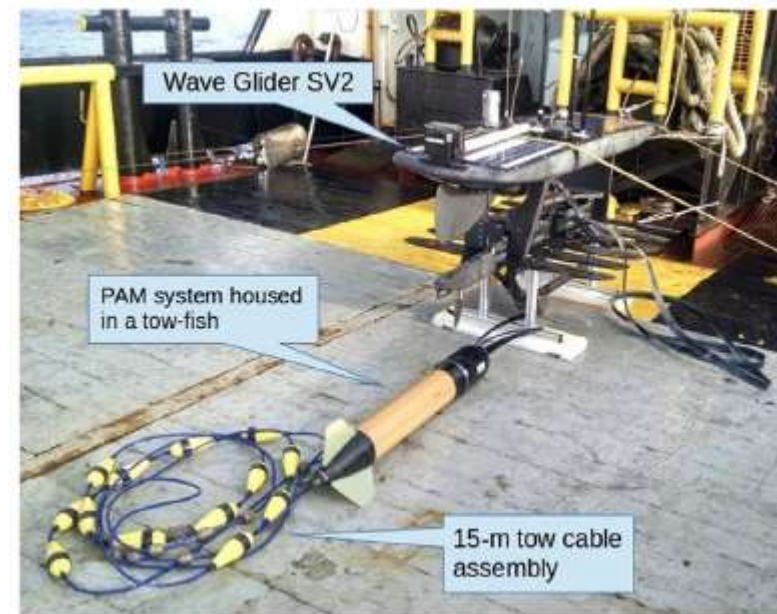
^b Instituto de Pesquisas de Marinha (IPoM), Rio de Janeiro, RJ, Brazil

^c Schlumberger Robotics Services, Houston, TX, USA

^d PETROBRAS/CENPES, Av. Horácio Macedo, 950 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ 21941-915, Brazil

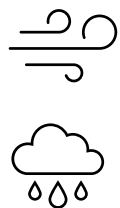
<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2018.10.006>

Received 15 May 2018; Received in revised form 17 October 2018; Accepted 18 October 2018
0967-0637 / © 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.



REMObs: Provimento de dados em tempo real

BMO-BR



Meteorológicas

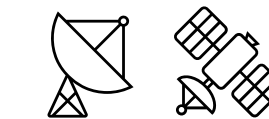
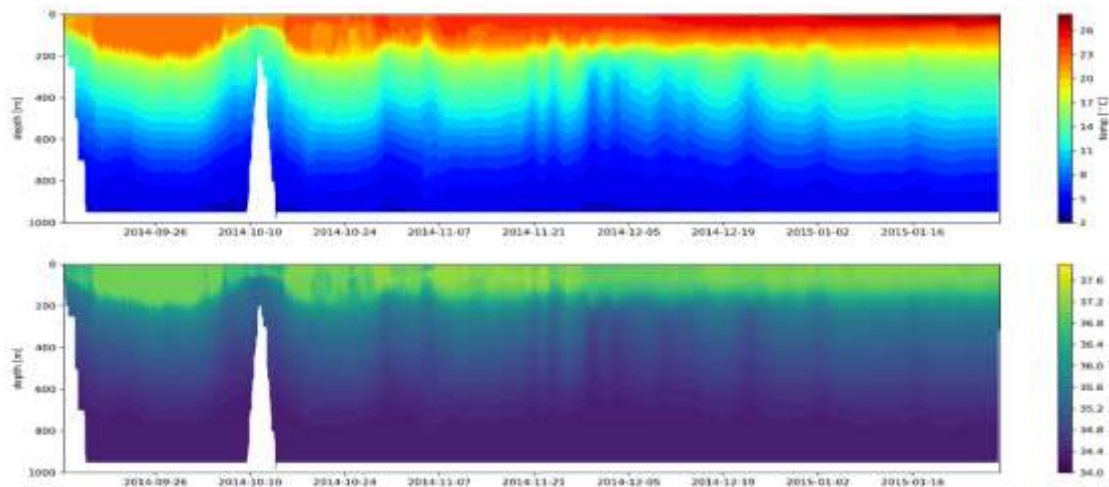
Vento, Temperatura, Pressão, Umidade, Pluviosidade



Oceanográficas

Ondas (Hs, Tp, Dir), Perfil de Correntes, Temperatura

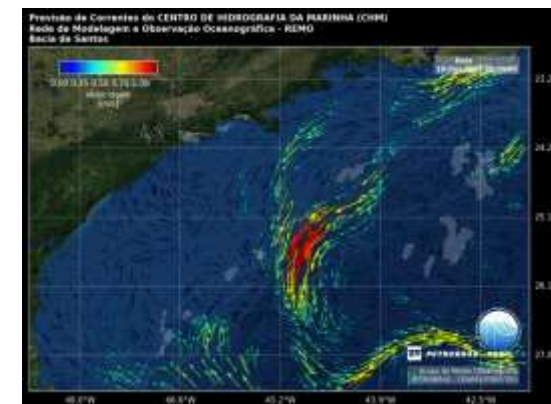
GLIDER



Transmissão de Dados

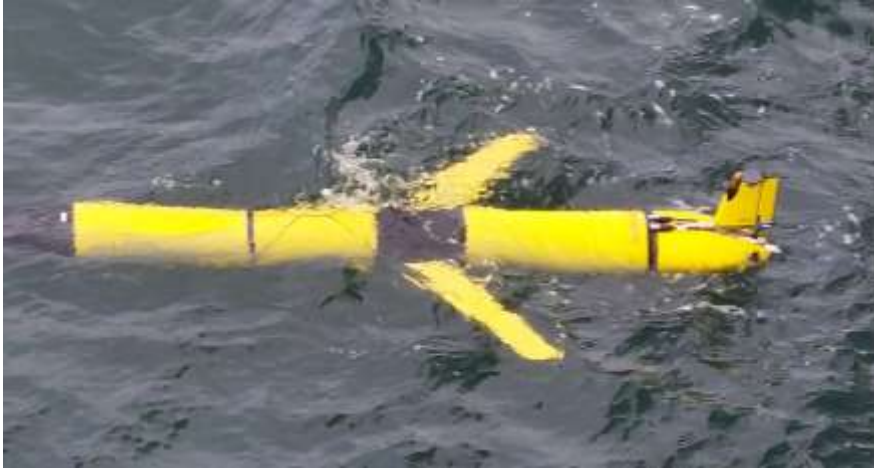


Modelos Oceânicos





Novidades da REMObs



Treinamento da Equipe CHM Slocum Glider – Jul/23

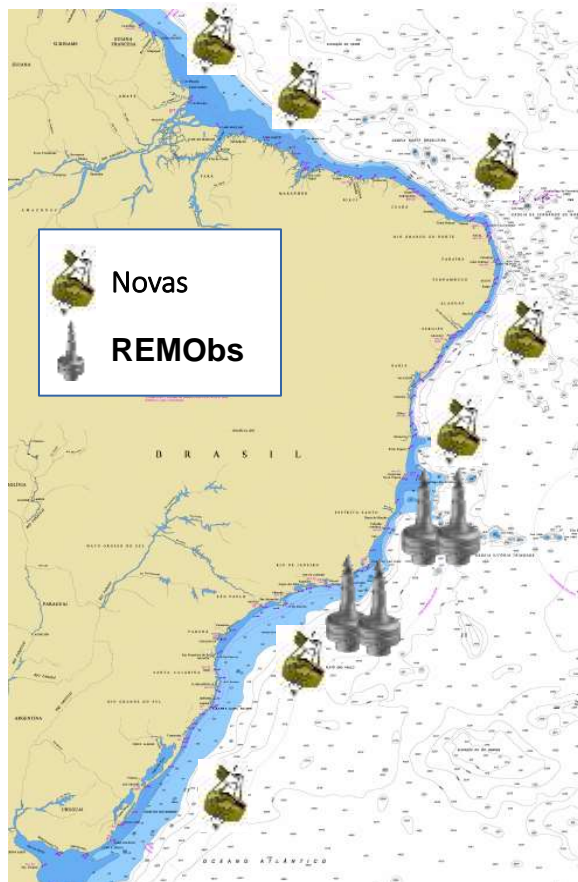


SailBuoy – Metocean a caminho do Brasil

Extensão do Projeto REMObs
Renovação de parceria estratégica
entre a Petrobras e a Marinha do
Brasil

Em tramitação!

BOIAS DE ÁGUAS PROFUNDAS

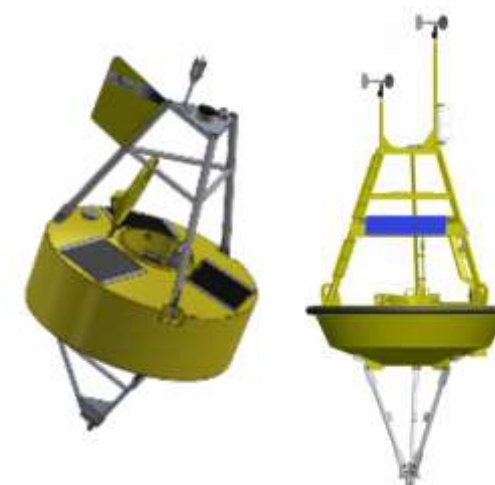


11 BOIAS EM 200-2500 m

FASE 1: Ampliação Sul e Sudeste/Leste

FASE 2: Ampliação Nordeste

FASE 3: Ampliação Norte



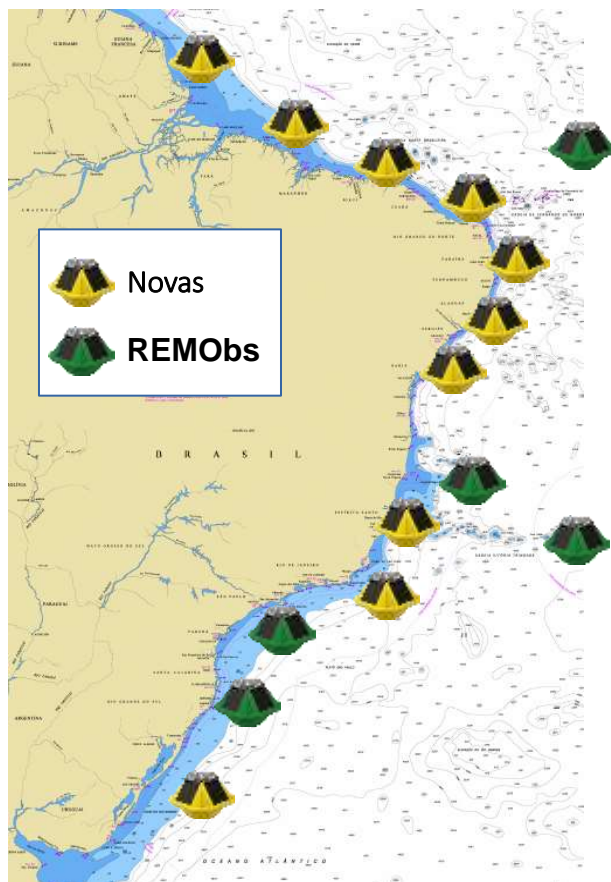
- COMPRA DE MATERIAL PARA MONTAGEM DE 14 BOIAS (100% DE SOBRESSALENTES)

- COMPRA DE 4 CASCOS BMO-BR PARA BOIAS (PARA SOMAR AOS CASCOS JÁ PERTENCENTES AO PNBOIA/REMOBS)

- BOIAS EQUIPADAS COM DOIS SENSORES DE ONDAS

- SENSORES NA LINHA DE FUNDEIO (ADCP 75KHZ E CTD)

BOIAS DE ÁGUAS RASAS



**15 SPOTTER AO LONGO
DAS COSTA (10-100 m)**

FASE 1: Ampliação
Nordeste/Leste

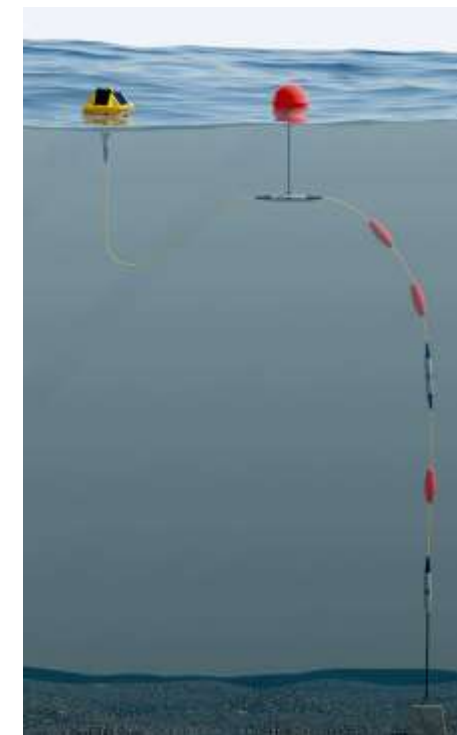
FASE 2: Ampliação Norte

FASE 3: Ampliação
Sul/Sudeste

- AQUISIÇÃO DE 23 BOIAS DE FUNDEIO
(50% DE SOBRESSALENTES)

- BOIAS EQUIPADAS COM SENSORES DE
TEMPERATURA NA LINHA DE FUNDEIO

- PARCERIAS COM UNIVERSIDADES LOCAIS
PARA LANÇAMENTO E MANUTENÇÃO



EQUIPAMENTOS AUTÔNOMOS



5 GLIDERS EM OPERAÇÃO
E 2 USV

FASE 1: 2 gliders águas
ultra profundas

FASE 2: 1 glider águas
profundas no Sul

FASE 3: 1 glider águas
profundas no Leste

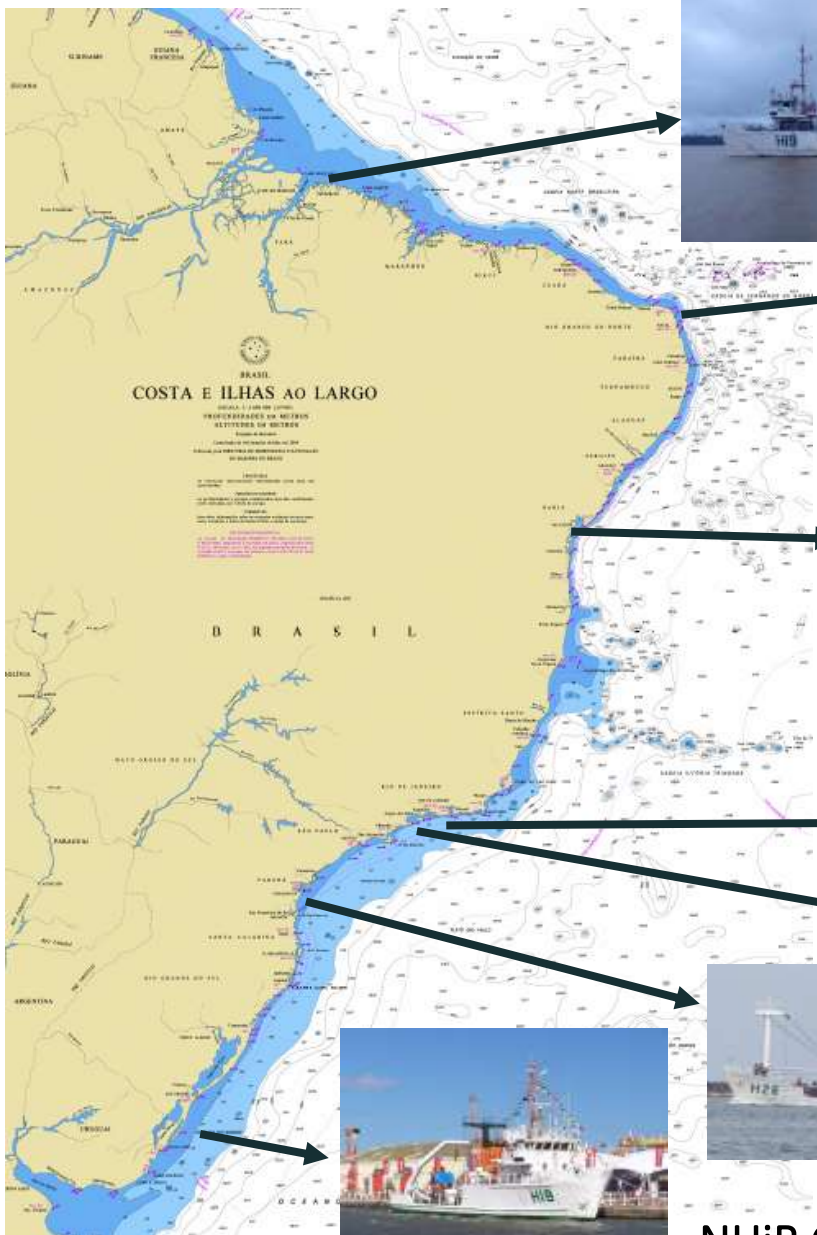
EQUIPADOS COM: CTD, OD E SENSOR DE ÓLEO

AQUISIÇÃO DE 5 GLIDERS
- 3 DE ÁGUAS PROFUNDAS
- 2 DE ÁGUAS RASAS

USO DE 1 GLIDER E 2 USV DO REMOBS



NAVIOS



NHiB Tenente Castelo



NHiB Comandante Manhães



NHiB Tenente Boanerges

NHo Cruzeiro do Sul



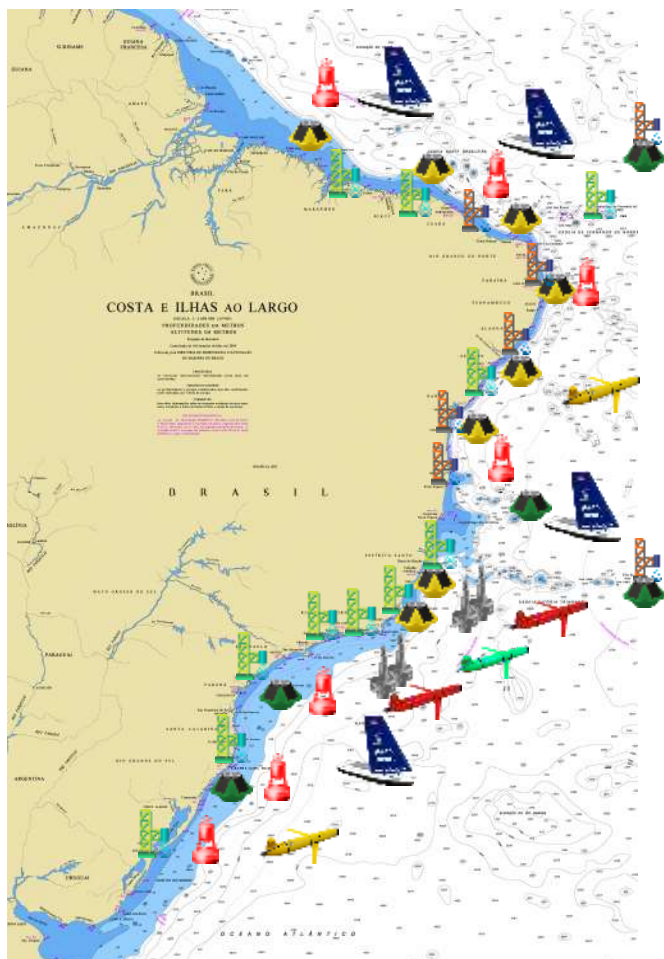
NB Faroleiro Mario Seixas



NOc Antares

NHiB Comandante Varella

REDE DE COLETA DE DADOS



- ESTUDO DA CIRCULAÇÃO DA CORRENTE DO BRASIL E CORRENTE NORTE DO BRASIL
- VALIDAÇÃO DE MODELOS DE ONDAS, CORRENTES E VENTOS
- ESTUDOS DA PROPAGAÇÃO DAS ONDAS AO LONGO DA METAREA V
- NOVAS TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM E TRATAMENTO DE DADOS DE ONDAS
- DADOS DE ONDAS ESPECTRAIS EM TEMPO REAL PARA VALIDAÇÃO DE MODELOS
- OPERAÇÃO COM GLIDER DE ÁGUAS ULTRA PROFUNDAS
- OPERAÇÃO DE USV



Luiz Alexandre de A. Guerra
laguerra@petrobras.com.br

PETROBRAS/CENPES
Gerência Setorial de Tecnologia em
Engenharia Oceânica