

NPqHo Vital de Oliveira

*Prediction and Research Morred Array in the Tropical Atlantic (PIRATA)*

## RELATÓRIO DA PERNADA 2

28 de Setembro – 09 de Outubro de 2018  
Maceió, AL – Natal, RN



**Autores:** Bruto, L.; Alvarez, Y. G.; Sarmiento, T. L.; Monteiro, R. C. T.;

Avelina, R. C. S.; Andrade, R. L. B.

**Colaboradores:** Andrade, M. S.; Caminha, T. O.; Chaves, T. N.; Corso, L. V.; Leão, J. M.;  
Leite, F. S.; Mercês, C. S.; Morata, C. B. F. P.; Nogueira, J.; Ramos, J. R.; Santos, A. C.; Soares,  
L. F.; Pavone, R. B.; Teo, J. C. T.

\*\* Outubro de 2018 \*\*

## General information

The second leg of the cruise was performed by multidisciplinary teams from various universities and aimed at collecting hydroceanographic and meteorological data. The ship's pathway and the sampling stations are shown in Figure 2 (named in Portuguese as: “Figura 2: Derrota do navio e planejamento de estações da pernada 2.”).

The planning of the distribution of sampling stations considered collections with neuston net (Microplastic), water sampling (Rosette and thermosalinograph), temperature profiling, conductivity, dissolved oxygen, fluorescence (CTD System), temperature profiling with XBT, thermosalinograph, current velocity with Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), CO<sub>2</sub> partial pressure with GO-PCO<sub>2</sub>, radiosonde atmospheric profiling, continuous measurements of atmospheric parameters (meteorological station), as well as bathymetric, seismic and gravimetric data surveys.

The goal of this leg was to perform 37 CTD profile stations with water sampling, however due to the weather (average wind of 20 kt reaching a maximum of 30 kt) and oceanographic conditions (current velocity close to 1 m / s), as well as a small damage at the Rosette cable, the Commander adopted a conservative posture and the last five CTD stations (PIRA\_41, 42, 43, 44 and 45) of Transect 5°S have not been performed.

## Rare Earth Elements sampling

Water samples were collected for laboratory determination of rare earth element concentration (REE, 250 mL) and Neodymium isotopic composition ( $\epsilon$ Nd, 10 L) in the fraction dissolved in seven stations along the second leg of the cruise (Maceió-Natal). The determinations will be used to track both physical and biogeochemical natural processes. The number of depths sampled in each station varied between 4 and 10 according to the depth of the station (table G1). In all, just over 550L of water was sampled for later laboratory analyses. Due to bad sea conditions and damage to the Rosette cable we could not collect samples in other five stations that were planned, in which about 350L of water would be collected. All samples were filtered inline (Acropak® 0.2  $\mu$ m) during collection. The filtration system was washed and acclimated with at least 4 L of water from the sampling depth before collection began. Similarly, the 250 mL bottles were also washed three times before sample collection. These samples were subsequently acidified with HCl (Suprapur, Merck) and kept at room temperature until the time of analysis in the laboratory.

Table G1- Position and time of Rare Earth Elements and Nd isotopes sampling.

Station	Long	Lat	Date	Time (GMT)	Depth (m)	# of samples		Sampling depths (m)
						REE	$\epsilon$ Nd	
PIRA009	-35,923	-10,236	28/09/2018	19:50	52	4	4	40; 30; 20; 10.
PIRA010	-35,912	-10,239	28/09/2018	21:05	79	4	4	70; 60; 45; 10.
PIRA011	-35,9	-10,242	28/09/2018	22:15	104	6	6	90; 80; 60; 45; 25; 10.

<b>PIRA012</b>	-35,893	-10,244	28/09/2018	23:45	239	6	6	220; 211; 190; 160; 60; 10.
<b>PIRA013</b>	-35,879	-10,26	29/09/2018	02:00	499	7	7	474; 467; 450; 276; 96; 56; 10.
<b>PIRA014</b>	-35,844	-10,285	29/09/2018	04:21	1260	8	8	1220; 1210; 1126; 970; 360; 110; 70; 10.
<b>PIRA022</b>	-35,735	-11,128	01/10/2018	01:32	4258	10	10	4232; 4219; 4164; 2900; 1799; 772; 424; 148; 118; 3.
<b>PIRA035</b>	-33,419	-5,362	06/10/2018	00:55	4476	10	10	4465; 4457; 4396; 3598; 2500; 1300; 822; 396; 90; 7.

---

## Sumário

<b>1</b>	<b>Resumo</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Lista de Pesquisadores Participantes</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Informações Gerais</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Narrativa da Pernada 2</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Oceanografia</b> .....	<b>8</b>
5.1	Sistema CTD + Rosette, Sensor de Fluorescência e Oxigênio Dissolvido .....	8
5.2	Coleta de Água .....	10
5.3	Termosalinógrafo .....	14
5.4	XBT .....	14
5.5	Coleta de Microplástico .....	16
5.6	Medição de Correntes – L-ADCP .....	18
5.7	Medição de Correntes – ADCP de casco.....	19
5.8	GO-PCO <sub>2</sub> .....	19
5.9	WaMoS .....	22
<b>6</b>	<b>Meteorologia</b> .....	<b>22</b>
6.1	Radio sondagens.....	22
6.2	Estação Meteorológica .....	26
<b>7</b>	<b>Geofísica</b> .....	<b>26</b>
7.1	Batimetria Multifeixe .....	27
7.2	Sísmica Rasa.....	27
7.3	Gravimetria.....	28
<b>8</b>	<b>Resultados Preliminares</b> .....	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Considerações Finais</b> .....	<b>37</b>

## 1 Resumo

O projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA) é um programa de cooperação internacional para observação e compreensão de interações oceano - atmosfera na região Atlântico Tropical, que afetam o clima regional e a variabilidade climática em escalas sazonais, interanuais e de tempo mais longo. É composto por um *array* de boias meteo-oceanográficas que armazenam e transmitem dados diários de variáveis oceânicas e atmosféricas. O Brasil é responsável pela manutenção das boias localizadas ao longo das radiais 38°W e a Extensão Sudoeste (SW), no Atlântico Tropical. Durante as campanhas de manutenção das boias PIRATA, são realizadas estações oceanográficas e perfilagens atmosféricas ao longo dos transectos, para validar os dados adquiridos pelas boias e proporcionar a integração de medições de alta e baixa frequência.

Este relatório objetiva descrever as atividades desenvolvidas ao longo da segunda perna da XVIII Comissão PIRATA BR, realizada entre os dias 28/09/2018 e 09/10/2018, partindo da cidade de Maceió-AL e atracando em Natal-RN, a bordo do NPqHo Vital de Oliveira (H39).

## 2 Lista de Pesquisadores Participantes

No.	Nome	Nível	Disciplina	Instituição	E-mail
1	Leonardo Bruto	Dr.	Chefe Científico/ Oc. Física/Micropl	UFPE	leonardo.bruto@ufpe.br
2	Ana Carolina S. S. Santos	Estud	Terras Raras	UFBA	anasala.sousa@yahoo.com.br
3	Camila M. Silva	Estud	Colaboradores	USP	camila.merces.silva@usp.br
4	Caroline B. F. P. Morata	Estud	Colaboradores	USP	carolinemorata@gmail.com
5	Fabiana S. Leite	Dr.	Microplástico	UFPE	fasoaresl@yahoo.com
6	Jessica S. Nogueira	Estud	Biogeoquímica	UERJ	jessica.snogueira@hotmail.com
7	J. Manuela S. O. C. Leão	Estud	Terras Raras	UFBA	josepha.manuela@gmai.com
8	Julia C. Telles Teo	Estud	Colaboradores	USP	juliateo.95@gmail.com
9	Juliana R. Ramos	Estud	Colaboradores	USP	juliana.regina.ramos@usp.br
10	Larissa C. Velloso	Estud	Biogeoquímica	UERJ	larissacvel08@gmail.com
11	Luiza F. Soares	Estud	Colaboradores	USP	soareslluiza@gmail.com
12	Maurício S. Andrade	Estud	Terras Raras	UFBA	mau.santosandrade@gmail.com
13	Raíza L. B. Andrade	Bel.	Terras Raras	UFBA	raizalbandrade@gmail.com
14	Raquel A. C. dos Santos	Bel.	Biogeoquímica	UERJ	avelina.raquel@gmail.com
15	Raqueline C. P. Monteiro	Me.	Microplástico	UFPE	raqmonteiro.oc@gmail.com
16	Renato B. Pavone	Estud	Colaboradores	USP	rebpavone@gmail.com
17	Taline N. Chaves	Estud	Biogeoquímica	UERJ	taline.chaves@gmail.com
18	Thaís L. Sarmiento	Bel.	Oc. Física/Rádios.	UFF	thaislobato@id.uff.br
19	Thiago O. Caminha	Estud	Microplástico	UFPE	caminha.thiago@gmail.com
20	Yaci G. Alvarez	MBA	Oc. Física/Rádios.	UFF	yacialvarez@id.uff.br

\* UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

\* UFBA - Universidade Federal da Bahia

\* UFF - Universidade Federal Fluminense

\* UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro

\* USP - Universidade de São Paulo

\* Me. - Mestre

\* MBA - Master in Business Administration

\* Bel. - Bacharel

\* Estud - Estudante de Graduação

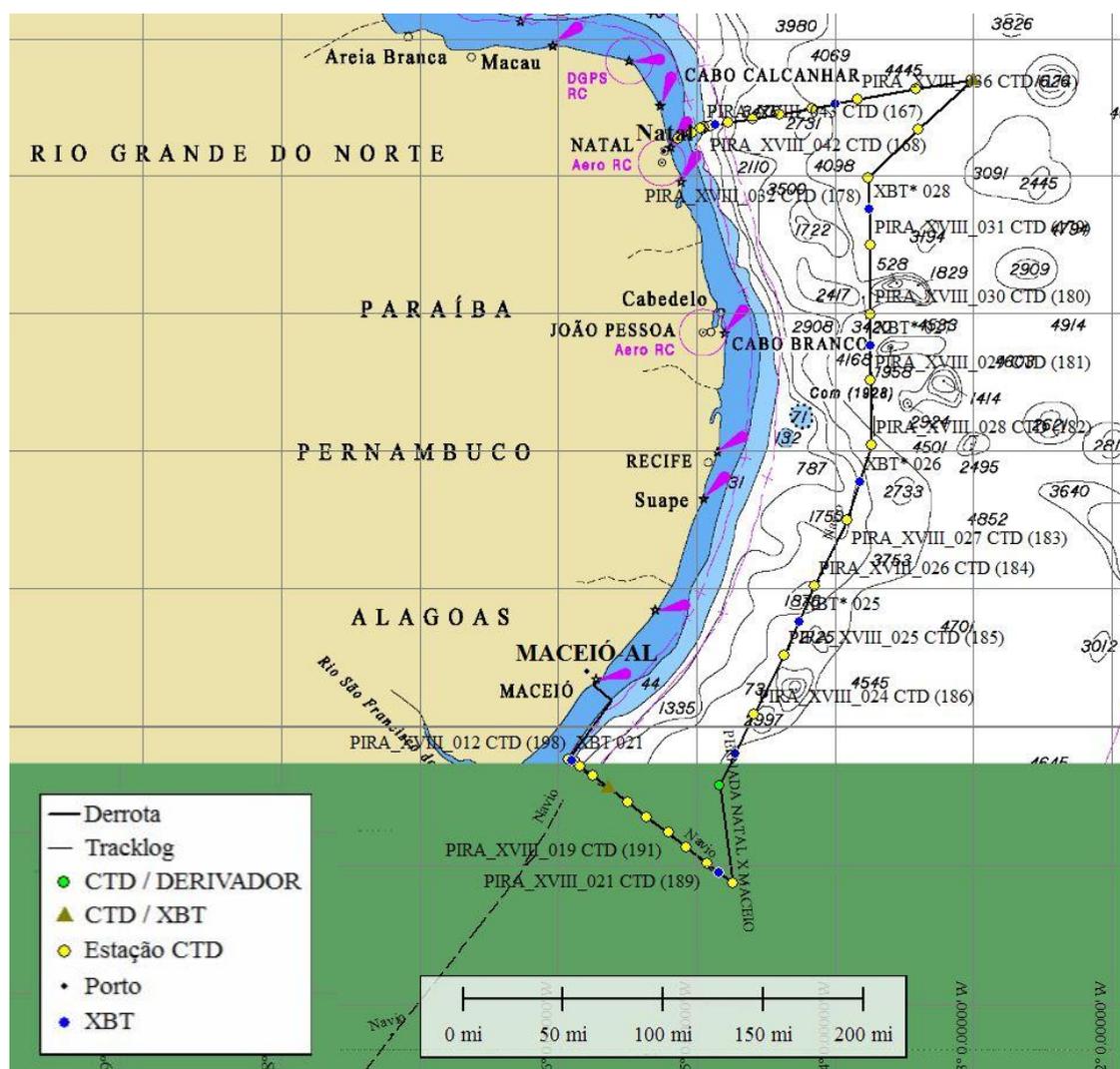


**Figura 1:** Equipe de pesquisa a bordo do NPqHo Vital de Oliveira.

### 3 Informações Gerais

A Pernada 2 da XVIII Comissão do Projeto PIRATA-BR, foi constituída por equipes multidisciplinares de diversas universidades e teve como objetivo a coleta de dados hidroceanográficos e meteorológicos. A derrota do navio e o ponto de coleta das estações oceanográficas estão exibidos na Figura 2.

O planejamento das coletas e medições que foram realizadas consideraram coletas com rede de neuston (Microplástico), amostragem de água (*Rosette* e termosalinógrafo), perfilagens de temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido, fluorescência (Sistema CTD), perfilagens de temperatura com XBT, termosalinógrafo, velocidade de correntes com *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP), pressão parcial do CO<sub>2</sub> com GO-PCO<sub>2</sub>, perfilagens atmosféricas com radiossonda, medições contínuas de parâmetros atmosféricos (estação meteorológica), além de levantamentos de dados batimétricos, sísmicos e gravimétricos.



**Figura 2:** Derrota do navio e planejamento de estações da pernada 2.

## 4 Narrativa da Pernada 2

Às 10:00h do dia 28 de setembro de 2018, o NPqHo Vital de Oliveira partiu da cidade de Maceió-AL, para a pernada 2 da comissão do Projeto PIRATA BR XVIII (2018). Os sistemas *Sub-Bottom Profiler*, ecobatímetro multifeixe, ADCP (75kHz e 150kHz), GO P-CO2 e termosalinógrafo foram ligados após a isóbata de 50 metros e desligados apenas próximo a Natal-RN, também na isóbata de 50 metros.

O objetivo desta pernada era realizar 37 estações de CTD, entretanto devido as condições meteorológicas (vento médio de 20 kt atingindo máxima de 30 kt) e oceanográficas (velocidade da corrente próxima a 1 m/s), o Comandante adotou uma postura conservativa e as últimas cinco estações de CTD (PIRA\_41, 42, 43, 44 e 45) do Transecto 5°S não foram realizadas.

A primeira estação de CTD (PIRA\_009) ocorreu no dia 28/09/18 as 16:49h com profundidade local de 50 m seguindo com uma sequência de mais cinco estações de CTD (até PIRA\_014) que terminaram no dia 29/09/18 as 01:21h. Todas essas estações foram amostradas pela equipe de biogeoquímica e filtradas pela equipe de Terras Raras. O Transecto 11°S teve continuidade até a estação de CTD PIRA\_022 que foi realizada no dia 30/09/18 as 22:25h. O Transecto Meridional ocorreu entre as estações de CTD PIRA\_023 (01/08/18 as 08:55h) e PIRA\_033 (05/10/18 as 03:23h). O Transecto 5°S iniciou com a estação de CTD PIRA\_034 (05/10/18 as 13:16h) e não foi finalizado, sendo interrompido após a realização da estação de CTD PIRA\_039 (07/10/18 as 04:26h). Houve várias tentativas de realizar as demais estações de CTD durante o dia 07/10/18, porém o navio não conseguia segurar a posição em modo D.P.. Foi decidido realizar novas tentativas no dia 08/10/18, iniciando as 08:00h pela estação de CTD PIRA\_040, que foi realizada, porém até a profundidade de 1500 metros, sendo a profundidade local de 2557 metros. O Comandante decidiu não descer até o fundo devido a inclinação do cabo, velocidade de vento elevada (média de 20 Kt) e corrente de aproximadamente 1 m/s.

Ao fim da estação de CTD PIRA\_040, foi identificado que o cabo eletromecânico estava danificado próximo à junção do “sanduíche” (Figura 3). Apesar da possibilidade de modificar a posição do cabo no “sanduíche” para que a parte danificada ficasse no meio e assim ter a possibilidade de realizar estações de CTD rasas (profundidade menor que 50 metros), que são o foco do Projeto Terras Raras; o Comandante adotou uma postura conservativa e suspendeu as cinco últimas estações de CTD, argumentando que poderia realizar as mesmas no dia 16/10/18 quando suspendesse de Natal para o início da terceira pernada. Uma vez canceladas, iniciou-se o procedimento de cortar o cabo eletromecânico e refazer a “bala” do CTD que leva 24h para curar e poder ser usada novamente.



**Figura 3:** Cabo eletromecânico do CTD rompido próximo ao “sanduíche”.

Reforçamos a importância de realizar pelo menos três das cinco estações de CTD faltantes. Essas três seriam a PIRA\_043, PIRA\_042 e PIRA\_041 distando apenas quatro milhas náuticas entre a PIRA\_43 e PIRA\_41 com profundidade máxima de 1500 metros na PIRA\_41 com um tempo total de trabalho e navegação de apenas seis horas. Esses três pontos são parte do Projeto TAMOC, que foram realizadas na Comissão PIRATA XVII (2017) sendo extremamente importante manter esse monitoramento e medição local justamente pelas variáveis meteorológicas e oceanográficas que influenciaram negativamente na realização dessas estações nos dias 07 e 08 de outubro de 2018. Além disso, uma vez que não haverá integrantes do Projeto Terras Raras a bordo na terceira pernada não seria necessário fazer as estações PIRA\_045 e 044.

O Projeto de Microplásticos da UFPE tinha o objetivo inicial de realizar 37 arrastos de rede para a coleta de microplásticos. Entretanto, devido ao remanejamento das estações de CTD PIRA\_009, 010 e 011, do projeto Terras Raras, as quatro estações seguintes (PIRA\_010, 011, 012 e 013) ficaram com uma distância menor que cinco milhas náuticas e com distância menor que 1 milha náutica entre algumas dessas estações. O tempo de arrasto com a velocidade necessária faria o navio passar dos pontos plotados e por essas razões foram canceladas. Na estação PIRA\_021 houve um erro de manobra/operação do navio durante o recolhimento da rede de nêuston. O cabo de arrasto ficou folgado sendo arrastado para baixo do navio e enroscou no

azimutal de bombordo do navio. O azimutal puxou a rede de nêuston e destruiu todo o material destinado a coleta de microplástico rompendo em seguida o cabo de arrasto. Apesar do incidente, não houve feridos e aparentemente o Azimutal de bombordo não foi danificado. Após o erro o navio prontificou-se a fazer uma nova estrutura de ferro para que os arrastos de rede pudessem continuar, pois havia rede sobressalente, mas não havia estrutura (armação de metal) de reserva. Na estação PIRA\_024 foi realizado o primeiro arrasto com a armação de ferro confeccionada pelo navio. O arrasto ocorreu sem problemas e todas as demais estações foram realizadas com sucesso.

Todos os dados adquiridos nesta perna foram copiados para um HD externo e disponibilizados aos pesquisadores. Navegando ao largo da costa de Natal, em uma cerimônia, o comandante realizou a entrega de certificados de embarque aos pesquisadores e proferiu um discurso de agradecimento a toda equipe embarcada. Na manhã do dia 09 de outubro o navio atracou no porto de Natal encerrando assim as atividades oficiais da perna dois da XVIII Comissão do Projeto PIRATA BR.

## **5 Oceanografia**

Os pontos amostrais da perna dois foram definidos no planejamento da XVIII Comissão do projeto PIRATA BR, conforme consta na Instrução Especial nº 25/2018.

### **5.1 Sistema CTD + Rosette, Sensor de Fluorescência e Oxigênio Dissolvido**

O sistema CTD+*Rosette* foi utilizado para a aquisição de dados de temperatura, condutividade (salinidade), oxigênio, fluorescência e profundidade além de medidas de correntes realizadas com o L-ADCP acoplado. O CTD utilizado para a aquisição dos dados nas coletas foi o modelo SBE 9 da *Sea-Bird*. O padrão SBE da unidade 9 *plus* subaquática com corpo de alumínio resistente a pressões até 6800 m, equipado com sensores de condutividade e de temperatura, além de um sensor de pressão e de compensação de temperatura do tipo *Paroscientific Digiquartz*, fluorescência e oxigênio dissolvido. Canais de entrada e conectores de anteparo são disponíveis para um segundo par opcional de sensores de temperatura e de condutividade (não disponíveis). Outras características padrão incluem um conversor 12-bit A/D, de 8 canais, com entradas diferenciais e filtros passa-baixa, de alta potência, com capacidade de suporte de sensores auxiliares, um canal de *modem* para controle em tempo real da

amostragem de água e uma porta para conexão de um sensor opcional indicador de contato com o fundo marinho.

O *software Seasave* versão 7.23.2 foi utilizado para o processamento dos dados. A taxa de aquisição dos dados foi de 24 Hz, o que resulta na obtenção de 24 informações por segundo para cada sensor e a velocidade de descida e subida do sistema CTD+*Rosette* foi de, aproximadamente, 0,6 m/s. O equipamento estava acoplado a uma *Rosette* com capacidade para 20 garrafas de *Niskin* com capacidade para coleta de 12 L cada, além de um L-ADCP (Figura 4). O L-ADCP foi configurado com as rotinas estabelecido pela UFF/UFPE.

Em todas as estações a profundidade alvo foi de 10 metros do fundo. Antes da estação a batimetria local foi avaliada, porem o altímetro foi considerado como o instrumento principal na medição da distância entre a *Rosette* e o fundo. Entretanto, os arquivos do CTD mostram que as distâncias do fundo nas estações quase sempre excedem a profundidade de 10m. Pequenas variações laterais da *Rosette* e do navio podem ser a justificativa para estas diferenças observadas, tendo em vista que o altímetro está calibrado e foi testado na pré-comissão.



**Figura 4:** Sistema CTD/Rosette. Foto: Caio Costa / UFC.

## 5.2 Coleta de Água

Após a realização de cada perfil CTD foram realizadas coletas nas garrafas de Niskin presentes na *Rosette* (Figura 5). As profundidades de fechamento de cada uma das garrafas só foram definidas após cuidadosa análise dos perfis traçados pelo CTD. Antes de cada coleta, foi verificado se todas as garrafas fecharam de forma devida e caso fosse constatado algum problema, a mesma não era utilizada.



**Figura 5:** Coleta de água nas garrafas e Niskin. Foto: Fabiana Leite / UFPE

A coleta foi realizada na ordem apresentada abaixo, seguindo o procedimento particular para cada parâmetro a ser analisado. O controle de amostras coletadas na pernada dois foi apresentado na Tabela 1.

- i. Oxigênio Dissolvido: A análise de oxigênio dissolvido, pelo método de *Winkler* modificado (Grasshof *et al.*, 1999), teve como objetivo principal a calibração do oxímetro, sensor acoplado ao conjunto CTD-*Rosette*. Durante a pernada dois, foram realizadas 32 estações oceanográficas e escolhidas de 3 a 7 profundidades

de coleta, seguindo as instruções da responsável pelo CTD (Yaci Alvarez) e pela biogeoquímica (Raquel Avelina) e sempre que necessário do Coordenador Científico Embarcado. As amostras das garrafas *Niskin* acopladas à *Rosette* foram coletadas cuidadosamente e, em seguida, transferidas para frascos de vidro. As amostras foram fixadas com 2 reagentes: cloreto de manganês (R1) e iodeto alcalino (R2) e na sequência, os frascos foram vedados com tampa de vidro esmerilhada sem que houvesse a formação de bolhas. Após a coleta, foram armazenadas em local protegido da luz, por tempo mínimo de 30 minutos e máximo de 12 horas. Após esse tempo, 1 mL de ácido sulfúrico 50% foi adicionado às amostras e foi feita a titulação com solução de tiosulfato de sódio 0,02 M, utilizando solução de amido 1% como indicador.

- ii. Isótopo de oxigênio: A coleta de isótopos ocorreu nas estações PIRA\_020, PIRA\_025, PIRA\_030, PIRA\_034 e PIRA\_038, e visou à amostragem das massas d'água presentes em cada perfil. As amostras foram coletadas em frascos âmbar de 100 mL, rinsados 3 vezes antes da coleta, sem a formação de bolhas e *head space* e fechado com batoque e tampa. As amostras foram posteriormente vedadas com fita isolante, adicionando mais uma proteção para evitar a perda de material por evaporação ou vazamento.
- iii. pH: As amostras para medição do pH foram cuidadosamente coletadas após as amostras de oxigênio dissolvido, nas estações onde não houve coleta de isótopos ou seguido a este parâmetro, em todas as profundidades onde foram fechadas as garrafas de *Niskin*, mantendo sempre coletas em duplicata em duas profundidades. As profundidades foram definidas buscando coletar as massas de água: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) e Água Antártica de Fundo (AAF), além de pontos de interesse, como, superfície, mínimo de oxigênio, máximo de clorofila, máximo de oxigênio e fundo. Para a análise das amostras foi utilizado o ProLab 3000. O sensor foi calibrado todos os dias em que foram realizadas estações oceanográficas.
- iv. Salinidade: A coleta de salinidade ocorreu nas estações PIRA\_020, PIRA\_025, PIRA\_030, PIRA\_034 e PIRA\_038. As massas d'água foram amostradas em 6 profundidades, considerando sempre os pontos de máximo e mínimo de salinidade, seguindo as instruções da responsável pelo CTD (Yaci Alvarez) e sempre que necessário do Coordenador Científico Embarcado. As amostras foram

coletadas em frascos âmbar de 250 mL, rinsados três vezes antes da coleta sem a formação de bolhas e *head space*, e vedadas com batoque e fita isolante para evitar a perda de material por evaporação ou vazamento, alterando assim a concentração da amostra. O desembarque das amostras ocorrerá na DHN (Niterói - RJ) e serão analisadas pela equipe da UFF após a aquisição de água do mar padrão.

- v. Nutrientes (nitrito, nitrato, fosfato, amônia, silicato): Foram coletadas amostras de água para análise de nutrientes inorgânicos dissolvidos em todas as estações de coleta de água com o conjunto CTD-Rosette e escolhidas de 5 a 7 profundidades para coleta, seguindo as instruções da responsável pelo CTD (Yaci Alvarez) e pela biogeoquímica (Raquel Avelina) e sempre que necessário do Coordenador Científico Embarcado. Dentre as amostras, foram sempre incluídos o fundo, o máximo de fluorescência, e a superfície. Após a coleta e anotação do número dos frascos na planilha de coleta, as amostras foram congeladas e permanecerão no freezer até o desembarque na DHN (Niterói - RJ).
- vi. Fitoplâncton: Para estudo do *Microfitoplâncton* foram coletados 2 L de água na superfície e na profundidade de máxima fluorescência, identificada através do sensor acoplado ao CTD (fluorímetro). As amostras foram fixadas em lugol e armazenadas em marfinites, sem necessidade de refrigeração. Para estudo do *Picoplâncton* foram coletados 1,8 mL de amostras de água em duplicata, armazenados em eppendorf com 200 µL de fixador glutaldeído. As amostras ficaram na geladeira de 20 minutos a 12 horas e após o tempo de reação, transferidas para o N<sub>2</sub> líquido. O desembarque de todas as amostras ocorrerá na DHN (Niterói - RJ) e serão analisadas na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Labcult – UERJ).
- i. Terras Raras: Além das amostras citadas acima, foram coletadas amostras de água para determinação em laboratório da concentração de elementos terras raras (REE, 250 mL) e composição isotópica do Neodímio ( $\epsilon$ Nd, 10 L) na fração dissolvida em sete estações ao longo da segunda pernada (Maceió-Natal). As determinações serão usadas para rastrear processos naturais, tanto físicos (ex.: misturas de massas de água) como biogeoquímicos (ex.: *Boundary Exchange*, proximidade com continente, remoção e ressuspensão de partículas, *uptake* pela biota). O número de profundidades amostradas em cada estação variou entre 4 e 10 de acordo com a profundidade da estação. Ao todo foram amostrados pouco

mais de 550L de água para posterior análise em laboratório. Estavam previstas mais seis estações, nas quais seriam coletados cerca de 350L de água, porém as mesmas não puderam ser realizadas devido às condições do mar e avarias no cabo da *Rosette*. Todas as amostras foram filtradas (acropak 0.2 µm) em linha durante a coleta. O sistema de filtração foi lavado e ambientado com pelo menos 4 L de água da profundidade de coleta antes do início da amostragem. Da mesma forma, as garrafas de 250 mL também foram ambientadas três vezes antes do recolhimento da amostra. Posteriormente essas amostras foram acidificadas com HCl (Suprapur, Merck) e mantidas a temperatura ambiente até o momento da análise no laboratório em terra.

**Tabela 1:** Controle de amostras coletadas na *Rosette*.

Estação	Long	Lat	Data	Hora (GMT)	Prof. Local	Número de Amostras							
						OD	pH	Nutr	Mfp	Pcp	Iso	Sal	Terras Raras
PIRA009	-35,923	-10,236	28/9/18	19:50	52	3	6	3	1	2			8
PIRA010	-35,912	-10,239	28/9/18	21:05	79	3	4	3	2	4			8
PIRA011	-35,900	-10,242	28/9/18	22:15	104	3	5	3	2	4			12
PIRA012	-35,893	-10,244	28/9/18	23:45	239	4	6	4	2	4			12
PIRA013	-35,879	-10,260	29/9/18	2:00	499	5	7	4	2	4			14
PIRA014	-35,844	-10,285	29/9/18	4:21	1260	6	10	5	2	4			16
PIRA015	-35,752	-10,351	29/9/18	8:26	1988	6	12	5	2	4			
PIRA016	-35,646	-10,430	29/9/18	13:07	2602	6	12	5	2	4			
PIRA017	-35,500	-10,538	29/9/18	17:50	3205	7	12	7	2	4			
PIRA018	-35,360	-10,647	29/9/18	23:50	3559	7	12	7	2	4			
PIRA019	-35,208	-10,760	30/9/18	5:57	3861	7	12	7	2	4			
PIRA020	-35,079	-10,867	30/9/18	11:38	3999	7	13	7	2	4	5	4	
PIRA021	-35,936	-10,977	30/9/18	17:45	4200	7	14	7	2	4		2	
PIRA022	-35,735	-11,128	1/10/18	1:32	4258	7	13	7	2	4			20
PIRA023	-34,829	-10,419	1/10/18	11:56	4067	6	12	7	2	4			
PIRA024	-34,591	-9,909	1/10/18	21:00	3198	6	13	7	2	4			
PIRA025	-34,369	-9,483	2/10/18	5:07	3952	6	13	7	2	4	3	6	
PIRA026	-34,148	-8,178	2/10/18	14:35	2712	6	12	6	2	4			
PIRA027	-33,911	-8,506	2/10/18	23:00	1983	6	12	6	2	4			
PIRA028	-33,739	-7,951	3/10/18	7:04	4357	6	13	7	2	4			
PIRA029	-33,750	-7,481	3/10/18	16:25	4334	7	12	7	2	4			
PIRA030	-33,747	-6,997	4/10/18	1:40	4270	7	13	7	1	2	5	6	
PIRA031	-33,746	-6,498	4/10/18	11:21	4305	7	13	7	1	4			
PIRA032	-30,399	-6,010	4/10/18	20:54	4403	7	13	7	1	4			
PIRA033	-33,399	-5,660	5/10/18	6:35	4509	7	12	7	1	4			
PIRA034	-33,001	-5,295	5/10/18	16:16	4556	7	13	7	1	4	3	6	
PIRA035	-33,419	-5,362	6/10/18	0:55	4476	7	13	7	1	4			22
PIRA036	-33,833	-5,444	6/10/18	9:23	4326	7	13	7	1	4			

<b>PIRA037</b>	-34,169	-5,502	6/10/18	17:50	4119	7	13	7		4			
<b>PIRA038</b>	-34,400	-5,8773	7/10/18	0:30	3769	7	13	7	1	4	3	6	
<b>PIRA039</b>	-34,601	-5,564	7/10/18	7:26	3441	7	12	7		4			
<b>PIRA040</b>	-34,770	-5,601	8/10/18	11:16	2633	6	10	5	1	4			
<b>PIRA041</b>													
<b>PIRA042</b>													
<b>PIRA043</b>													
<b>PIRA044</b>													
<b>PIRA045</b>													
<b>TOTAL</b>						<b>197</b>	<b>363</b>	<b>196</b>	<b>50</b>	<b>124</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>112</b>

### 5.3 Termosalinógrafo

O termosalinógrafo utilizado no NPqHo Vital de Oliveira é do modelo SBE21, com um sensor remoto de temperatura do tipo SBE38. O equipamento foi ligado no dia 28/09/18, às 15:31 GMT, na coordenada 09°52.65' S, 035°42.31' W. Este equipamento realiza aquisição de dados de salinidade a cada segundo e gera um novo arquivo a cada 24 h. Foram coletadas amostras do termosal, nas latitudes definidas na Tabela 2. Essas amostras foram armazenadas em frascos âmbar de 250 ml e vedadas com batoque e fita isolante para evitar a perda de material por evaporação.

**Tabela 2:** Planilha de controle de coleta no termosal.

<b>Data</b>	<b>Hora (GMT)</b>	<b>Lat</b>	<b>Long</b>	<b>N° do Frasco</b>	<b>Observação</b>
01/10/2018	05:24	11° 07,49' S	034° 44,23' W	SAL_018	Entre as estações PIRA_022 e PIRA_023
04/10/2018	16:16	06° 29,65' S	033° 43,88' W	SAL_016	Entre as estações PIRA_031 e PIRA_032
05/10/2018	21:10	05° 19,17' S	033° 02,93' W	SAL_017	Entre as estações PIRA_034 e PIRA_035

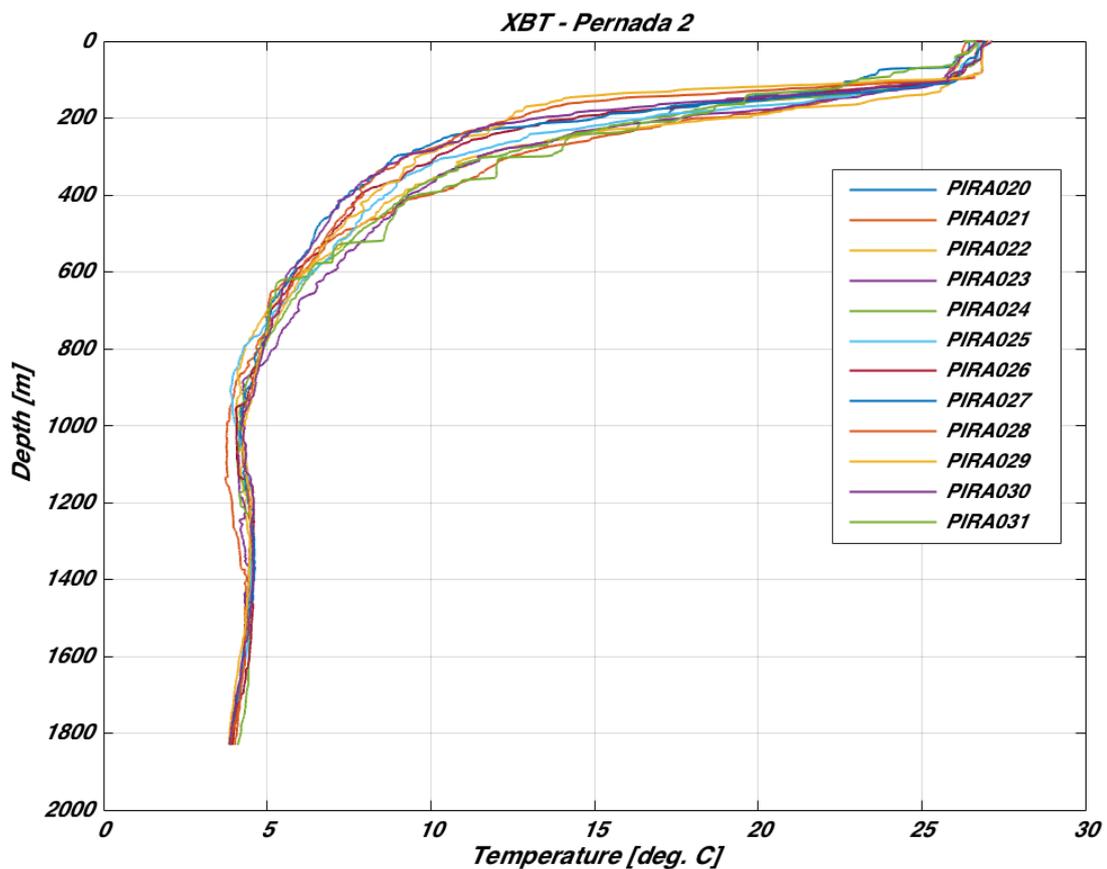
### 5.4 XBT

Foram lançados 10 XBT's do modelo T5, um do modelo T7 e um do modelo T0 ao longo da pernada dois conforme demonstrado na Tabela 3. Os XBT's de número 22 e 29 foram lançados na mesma posição do lançamento do sistema CTD/Rosette de forma que os dados coletados pudessem ser posteriormente comparados e calibrados.

**Tabela 3:** Planilha de controle de lançamento de XBT.

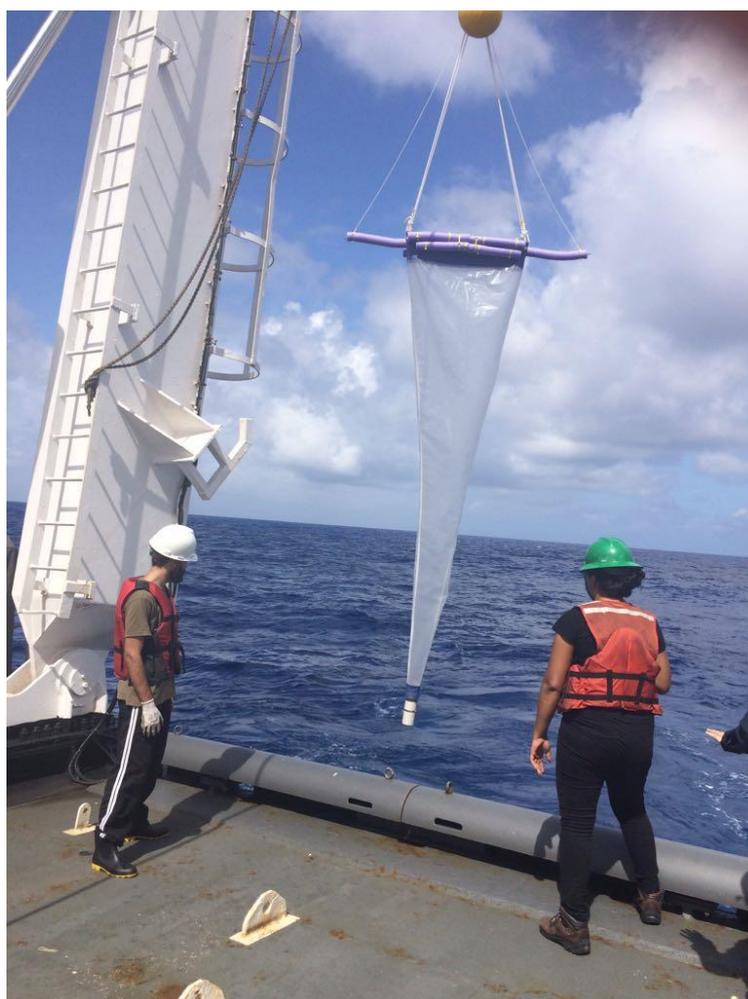
Estação	Arquivo	Data	Hora (GMT)	Lat	Long	Prof. Local	Termo-clina	Obs.
21	T0\$00020.EDF	29/09/2018	01:01	10° 15,02' S	035° 53,17' W	260	67	
22	T5\$00021.EDF	29/09/2018	12:13	10° 25,45' S	035° 40,56' W	2379	98	PIRA_016
23	T5\$00022.EDF	01/10/2018	00:03	11° 03,59' S	034° 50,15' W	4240	129	
24	T5\$00023.EDF	01/10/2018	17:39	10° 10,97' S	034° 43,11' W	4200	102	
25	T5\$00024.EDF	02/10/2018	11:38	09° 14,11' S	034° 15,52' W	4030	58	
26	T5\$00025.EDF	03/10/2018	04:12	08° 13,43' S	033° 49,28' W	3532	106	
27	T5\$00026.EDF	03/10/2018	23:15	07° 13,94' S	033° 44,77' W	4240	58	
28	T5\$00027.EDF	04/10/2018	18:34	06° 13,90' S	033° 45,15' W	4420	44	
29	T5\$00028.EDF	05/10/2018	14:27	05° 23,59' S	033° 06,69' W	4553	94	PIRA_034
30	T5\$00029.EDF	05/10/2018	16:03	05° 17,70' S	033° 00,07' W	4562	84	
31	T5\$00030.EDF	06/10/2018	15:25	05° 28,46' S	034° 00,42' W	4225	49	
32	T7\$00031.EDF	07/10/2018	20:13	05° 40,40' S	034° 54,36' W	1043	61	

Os perfis obtidos nos lançamentos dos XBT's estão apresentados na Figura 6.

**Figura 6:** Perfis dos XBT's lançados.

## 5.5 Coleta de Microplástico

O objetivo da coleta foi avaliar a contaminação por microplásticos na borda oeste no Oceano Atlântico, com ênfase à tipologia (fragmento, fibra, *pellets*) e concentração de partículas (itens  $m^{-3}$ ) na superfície d'água. As coletas foram realizadas próximas às estações de CTD com uma rede neustônica de 3 metros de comprimento, malha de 300  $\mu m$ , alçada com cabo de polipropileno e equipada com um fluxômetro G.O.-Environmental. O tempo de arrasto foi de 20 minutos com a velocidade da embarcação variando entre 1.5 e 3 nós, de acordo com as condições de mar no momento da coleta. A rede foi lançada na água pelo arco central, com auxílio de um cabo, do qual foi retirada uma amostra para futuras análises e comparações (Figura 7). A velocidade do navio e a quantidade de cabo foram ajustadas de acordo com a solicitação dos pesquisadores. Após o arrasto, a rede foi lavada com água do mar para concentração do material no copo coletor. Em seguida, o material foi acondicionado em potes de 500 ml e fixado com formaldeído a 4 % para posterior análise em laboratório.



**Figura 7:** Rede de Neuston para coleta de microplástico. Foto: Fabiana Leite / UFPE.

Os pontos de realização dos arrastos estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Planilha de controle dos arrastos para coleta de microplásticos.

ID Est.	ID Amostra	Data (GMT)	Hora (GMT)	Inicio			Termo	
				Lat	Long	Hora (GMT)	Lat	Long
PIRA_009	PI1802-01	28/9/18	20:23	10°14,21'	35°55,23'	20:43	10°14,32'	35°54,82'
PIRA_010	NR							
PIRA_011	NR							
PIRA_012	NR							
PIRA_013	NR							
PIRA_014	PI1802-06	29/9/18	06:34	10°17,50'	35°50,60'	06:53	10°17,97'	35°50,67'
PIRA_015	PI1802-07	29/9/18	10:48	10°21,37'	35°45,04'	11:07	10°21,95'	35°45,04'
PIRA_016	PI1802-08	29/9/18	15:32	10°26,04'	35°38,64'	15:48	10°26,30'	35°38,34'
PIRA_017	PI1802-09	29/9/18	21:03	10°32,53'	35°29,82'	21:24	10°33,04'	35°29,52'
PIRA_018	PI1802-10	30/9/18	03:32	10°38,97'	35°21,52'	03:52	10°39,44'	35°21,35'
PIRA_019	PI1802-11	30/9/18	09:18	10°45,84'	35°12,40'	09:39	10°46,43'	35°11,93'
PIRA_020	PI1802-12	30/9/18	15:20	10°51,81'	35°04,53'	15:40	10°51,96'	35°03,99'
PIRA_021	NR							
PIRA_022	NR							
PIRA_023	NR							
PIRA_024	PI1802-16	2/10/18	00:12	09°54,00'	34°35,00'	00:32	09°53,00'	34°34,00'
PIRA_025	PI1802-17	2/10/18	08:33	09°28,86'	34°21,76'	08:53	09°28,76'	34°20,98'
PIRA_026	PI1802-18	2/10/18	17:25	08°58,55'	34°08,46'	17:45	08°58,31'	34°07,67'
PIRA_027	PI1802-19	3/10/18	01:18	08°29,74'	33°54,42'	01:39	08°29,13'	35°53,90'
PIRA_028	PI1802-20	3/10/18	11:11	07°57,17'	33°43,93'	11:31	07°57,24'	33°43,34'
PIRA_029	PI1802-21	3/10/18	20:15	07°29,00'	33°44,00'	20:35	07°29,00'	33°44,09'
PIRA_030	PI1802-22	4/10/18	05:24	07°00,06'	33°44,71'	05:44	07°00,62'	33e44,25'
PIRA_031	PI1802-23	4/10/18	15:25	06°29,94'	33°44,43'	15:45	06°30,35'	33°43,74'
PIRA_032	PI1802-24	5/10/18	00:29	06°00,38'	33°45,59'	00:50	06°00,07'	33°45,00'
PIRA_033	PI1802-25	5/10/18	10:21	05°39,60'	33°23,62'	10:40	05°39,80'	33°22,78'
PIRA_034	PI1802-26	5/10/18	20:03	05°48,01'	32°59,76'	20:23	05°18,65'	32°59,35'
PIRA_035	PI1802-27	6/10/18	04:45	05°21,19'	33°25,00'	05:05	05°20,25'	33°25,18'
PIRA_036	PI1802-28	6/10/18	13:04	05°26,72'	33°49,63'	13:25	05°26,97'	33°48,84'
PIRA_037	PI1802-29	7/10/18	21:26	05°30,40'	34°09,96'	21:46	05°31,01'	34°09,55'
PIRA_038	PI1802-30	7/10/18	04:04	05°33,07'	34°23,66'	04:22	05°33,64'	34°23,25'
PIRA_039	PI1802-31	7/10/18	10:51	05°33,94'	34°35,97'	11:11	05°34,22'	34°36,03'
PIRA_040	PI1802-32	7/10/18	14:43	05°34,73'	34°46,90'	15:04	05°33,95'	34°46,53'
PIRA_045	PI1802-33	7/10/18	18:31	05°38,75'	34°58,62'	18:52	05°39,54'	34°58,24'
PIRA_041	PI1802-34	8/10/18	14:49	05°38,01'	34°53,82'	15:09	05°38,43'	34°53,45'
PIRA_042	PI1802-35	8/10/18	16:13	05°38,85'	34°55,81'	16:34	05°39,08'	34°55,50'
PIRA_043	PI1802-36	8/10/18	19:04	05°38,52'	34°56,45'	19:24	05°38,90'	34°56,18'
PIRA_044	PI1802-37	8/10/18	20:00	05°38,89'	34°57,06'	20:20	05°39,21'	34°56,77'

\*NR – não realizadas.

Seguindo as recomendações realizada no Relatório 1 e as observações das pesquisadoras embarcadas na primeira pernada, foram realizadas melhorias na armação da rede de modo a sanar os problemas apresentados anteriormente. Essas modificações mostraram um resultado excelente, pois a rede manteve-se sempre na superfície formando um bolsão de ar na malha, demonstrando que a área amostrada esteve sendo a superfície do oceano, local de maior concentração dos microplásticos. As estações PIRA\_010, 011, 012 e 013 não foram amostradas devido a distância ser menor que 1 milha náutica entre as estações e não totalizando mais do que cinco milhas náuticas entre a última amostragem e a seguinte. Na estação PIRA\_021, como foi relatado na narrativa, ocorreu um erro na Operação/Manobra do navio resultando na perda do material de arrasto (armação de inox, rede de 300 µm, fluxômetro, boias, flutuadores e uma parte do cabo de arrasto). Apesar do ocorrido, o comandante prontificou a reparar o dano e o navio confeccionou uma nova armação de ferro. Com essa nova armação foi possível montar uma nova configuração, um pouco diferente da anterior, porém com resultado semelhante. Assim como na versão anterior, os arrastos foram realizados na superfície e com a mesma qualidade que já vinha sendo realizada.

## **5.6 Medição de Correntes – L-ADCP**

O L-ADCP instalado na Rosette é composto de duas cabeças com sensores voltados para direções opostas, afim de que o dado final seja a integração de ambas as medições. A cabeça voltada para baixo é denominada *Master*, enquanto a voltada para cima é denominada *Slave*. Cada cabeça possui sistemas independentes de bateria.

O L-ADCP foi ligado com a configuração fornecida pelo professor Dr. André Belém (UFF). O cabo *star* não foi desconectado do L-ADCP para preservar o material, sendo assim, os dados foram descarregados com o auxílio de uma extensão.

Nas estações de CTD PIRA\_13 e PIRA\_17, houve falha de comunicação entre os L-ADCP resultado numa falha de funcionamento do *Slave* o que acarretou na criação de dois arquivos no *Slave* com um branco de dados. Entretanto o *Master* funcionou normalmente, dessa forma, ainda é possível de utilizar os dados de L-ADCP fazendo o processamento apenas do *Master* e descartando os dados do *Slave*.

## 5.7 Medição de Correntes – ADCP de casco

Os dados de velocidade e direção de corrente ao longo da derrota do navio foram adquiridos a partir de dois *Acoustic Doppler Current Profiler* (S-ADCP) RDI acoplados ao casco do navio, sendo um de frequência 75 kHz e outro de 150 kHz. O arquivo de configuração utilizado para o S-ADCP de 75 kHz capacita-o para perfilar até 1200 m de profundidade, com resolução vertical de 16 m, iniciando a medição a partir de 8 m abaixo do sensor (*blank distance*) e com resolução temporal de um segundo e meio. Já o outro S-ADCP (150 kHz), foi configurado para perfilagem até 800 m de profundidade, com resolução vertical de 8 m, e *blank distance* de 6 m e com resolução temporal de um segundo.

Conforme descrito no relatório da Pré-Comissão, foi observada interferência do ADCP na batimetria quando ambos foram retirados do *K-sync*, portanto, estes equipamentos foram mantidos no *K-sync*. Além da recomendação do relatório da Pré-Comissão, consta na Instrução Especial nº 25/2018 no tópico referente à batimetria que todos os equipamentos de acústica deveriam ser ligados no *K-sync*. Dessa forma, mesmo que o Coordenador Científico embarcado desejasse que os equipamentos de ADCP não fossem ligados ao *K-sync*, não foi possível por causa da I.E..

Ressaltamos que foi identificado falha no sensor de temperatura do ADCP de 150 kHz, o qual esteve sempre acima da temperatura medida pelo o ADCP de 75 kHz e pelo Termosal. Outro ponto importante foi à falha na aquisição dos dados de Navegação (GPS) e a constante dessincronização dos relógios do computador do ADCP com o relógio da Navegação (GPS). Uma vez que é procedimento do navio, a cada 24 horas finalizar o arquivo de aquisição do ADCP e iniciar outro, sugere-se que realize o ajuste do relógio também nesse momento.

## 5.8 GO-PCO<sub>2</sub>

O pCO<sub>2</sub> fornece dados de CO<sub>2</sub> em µmol/m da atmosfera e do oceano, fluxo do vento, concentrações da água em mmol/m, velocidade de propulsão do equilibrador, temperatura da água e do condensador e pressão atmosférica.

O modelo do pCO<sub>2</sub> utilizado a bordo é o 8050 fabricado pela *General Oceanic, Inc.* (GO). O equipamento é composto por 3 caixas: *wet box* (**Figura 8a**), *dry box* (**Figura 8b**), e *deck box* (**Figura 9a**). Na parte externa do navio há 4 cilindros de gases (**Figura 9b**), que servem para calibração do sistema. Esta calibração é realizada pelo LICOR.



**Figura 8:** a) *Wet box*; b) *Dry box*.

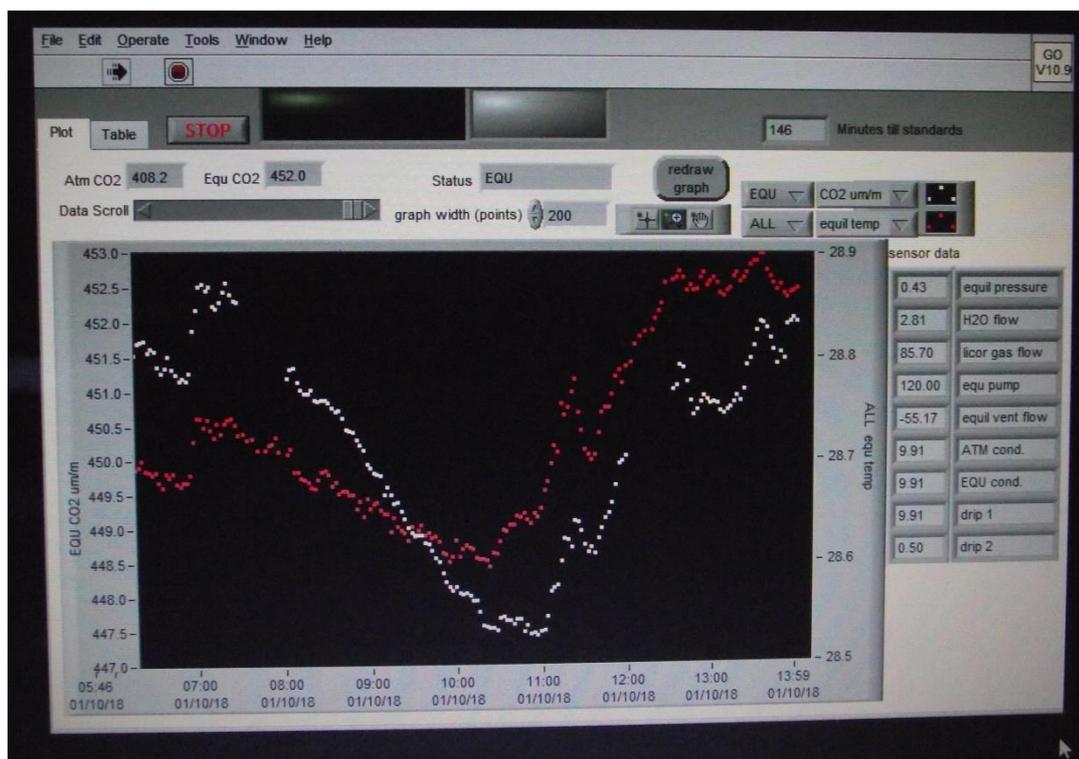


**Figura 9:** a) *Deck box* e b) Cilindros dos gases usados para a calibração do sistema.

Esses quatro cilindros de gases possuem concentrações de CO<sub>2</sub> pré-definidas e por isso, podem ser utilizados para a calibração. Para a execução deste processo, a válvula VALCO seleciona ordem de leitura de cada gás de acordo com a configuração pré-estabelecida no *software* “EDIT.configuration.vi”, versão 10.9. A leitura é efetuada pelo LICOR, modelo LI-7000/GO que está acoplado na *dry box*.

A água proveniente do oceano entra no navio pela bomba da caixa de mar e a partir de uma tubulação chega na *wet box*, onde passa por um pré-filtro e é encaminhado para o equilibrador, que possui a função de separar o CO<sub>2</sub> da água do mar e de medir a temperatura. O ar atmosférico é captado e segue para um filtro com a finalidade de secá-lo, pois o sistema trabalha apenas com ar seco e nesse filtro há sensores de umidade.

Em seguida, os gases são direcionados para a *dry box* onde é realizada a leitura e computado os dados pelo *software* “UW pCO<sub>2</sub>.int”. Estes dados são disponibilizados em tempo real no computador (Figura 10) acoplado à *dry box* gerando um arquivo “.txt”. O equipamento permite a transferência dos dados obtidos via satélite para qualquer rede de dados através do *modem Iridium*; entretanto este sistema é opcional e não se encontra habilitado no Vital de Oliveira.



**Figura 10:** *Software* “UW pCO<sub>2</sub>.int” processando os dados obtidos em tempo real. No gráfico exibido, os pontos em vermelho representam a temperatura do equilibrador e os pontos brancos representam as concentrações de CO<sub>2</sub> do mesmo. Foto: Fabiana Leita / UFPE.

A deck box encontra-se no convés do navio, coletando dados de pressão atmosférica do ar, pelo barômetro e coordenadas geográficas por meio do GPS. O *modem Iridium* (opcional) situa-se nesta caixa.

O equipamento pCO<sub>2</sub> foi ligado na latitude de 10.2361° S e longitude de 035.9233° W no dia 28/09/18 às 19:54h GMT. No dia 06/10/18 as 11:15h o pCO<sub>2</sub> foi desligado porque a bomba de água que alimenta o pCO<sub>2</sub> queimou. Assim que identificaram o problema, o navio tentou reparo e depois substituição da bomba. O equipamento foi religado as 23:00h do dia 06/10/18.

## 5.9 WaMoS

O Sistema WaMoS® II informa medidas do espectro de ondas direcionais em tempo real, tendo uma informação contínua dos dados de ondas em condições de tempestade, baixa visibilidade e a noite. O WaMos® II mede e mostra todos os parâmetros de campo de onda essenciais, como altura de onda significativa, período de pico de onda e direção do pico de onda.

O Sistema WaMoS® II usa os *outputs* não filtrados do radar marinho X-Band presente no navio para determinar parâmetros de ondas e correntes de superfície em tempo quase real. As medidas são baseadas no *backscatter* da energia dos radares de superfície do oceano. O *backscatter*, que é visível nos radares marinhos, mostram padrões de ondas.

Em geral, sensores *in situ* como boias e lasers amostram a elevação da superfície do mar em um ponto específico em um período de aproximadamente 20 minutos. Em comparação, as medidas dos parâmetros de ondas do Sistema WaMoS® II são obtidas em aproximadamente 1 minuto sobre o banco de dados. Para ser comparável com os sensores *in situ*, o Sistema WaMoS® II realiza médias a cada 20 minutos.

O equipamento foi ligado no momento da partida do navio na cidade de Maceió/AL, e foi desligado na chegada ao Porto de Natal/RN.

## 6 Meteorologia

### 6.1 Radiossondagens

As radiossondagens foram realizadas entre os dias 29 de setembro e 08 de outubro, sempre às 12:00 GMT conforme orientação do Dr. Paulo Nobre (INPE). Os lançamentos foram realizados a partir do convés de voo do navio (Figura 11). As radiossondagens realizadas ao longo da Pernada 2 foram apresentadas na Tabela 6 e seus respectivos perfis de temperatura e umidade relativa na Figura 12. É importante ressaltar que os resultados apresentados são os dados brutos, sem nenhum tipo de tratamento.

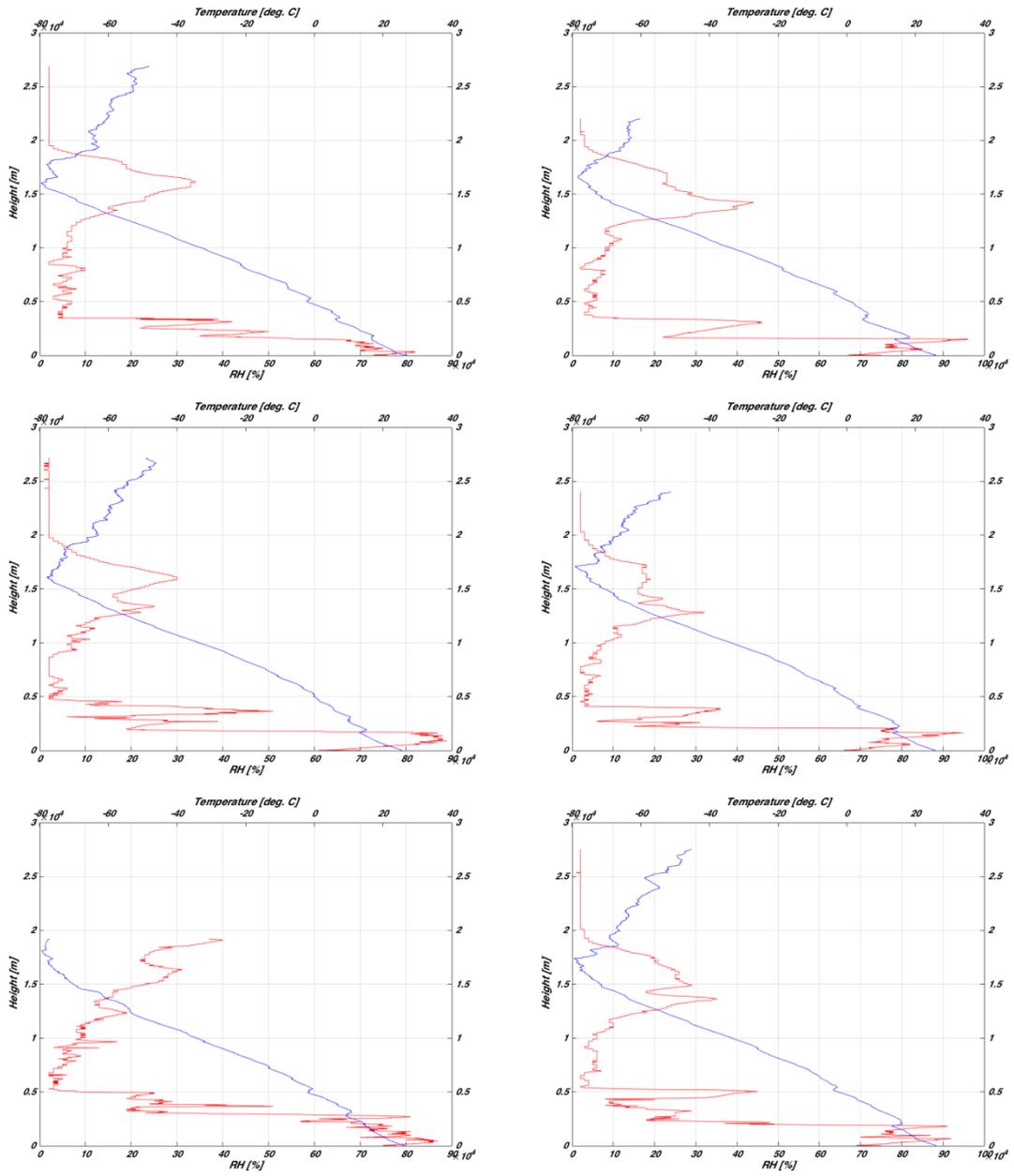


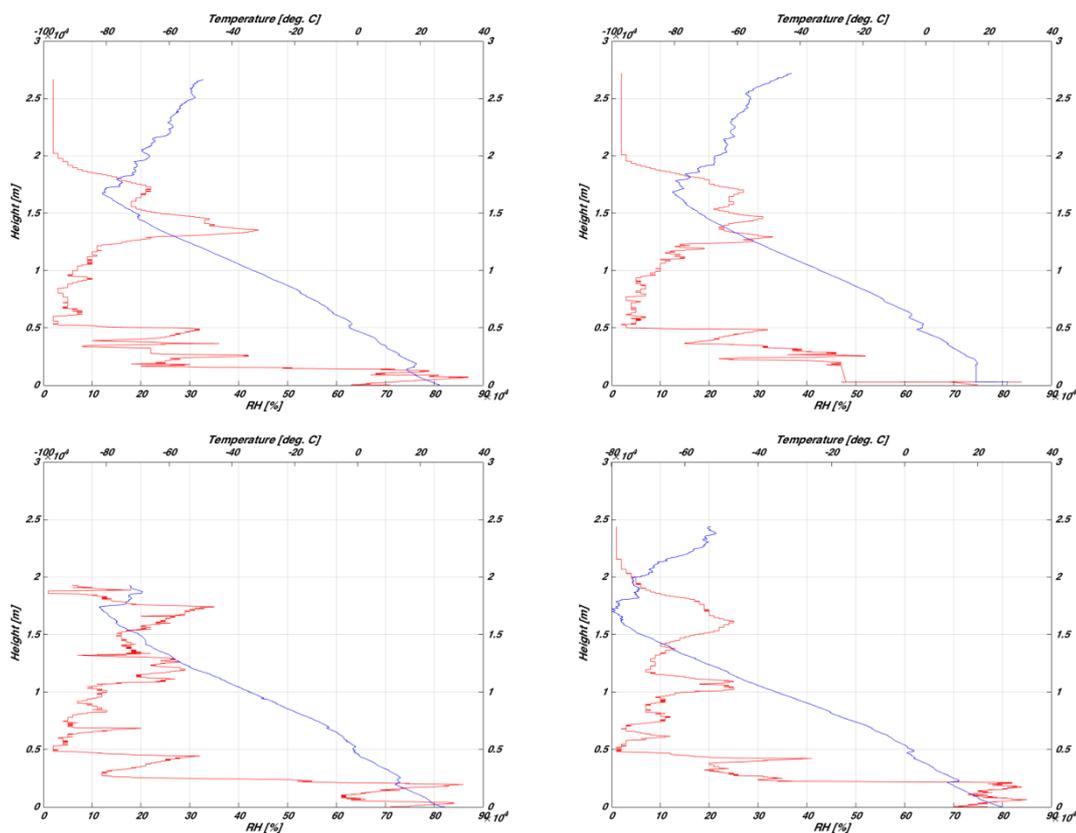
**Figura 11:** Radiossondagem realizada na quarta feira, dia 03 de outubro de 2018.

**Tabela 6:** Planilha de controle de radiossondagem

<b>Estação</b>	PIRA_009	<b>N° de série</b>	N1953418	<b>Estação</b>	PIRA_010	<b>N° de série</b>	N0713716
<b>Latitude</b>	10° 24.06' S	<b>Longitude</b>	035° 42.06' W	<b>Latitude</b>	10° 52.00' S	<b>Longitude</b>	035° 04.76' W
<b>Parâmetros de Superfície</b>				<b>Parâmetros de Superfície</b>			
<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.4	<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.5
<b>Temperatura do ar (°C):</b>			27	<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.3
<b>Pressão:</b>	1017 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	76%	<b>Pressão:</b>	1015.5 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	75%
<b>Direção:</b>	078°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	13.6	<b>Direção:</b>	092°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	17
<b>Observações:</b> Hmáx= 26900 m, balão veio rasgado e foi substituído.				<b>Observações:</b> Hmáx= 22027 m, CTD PIRA_020			
<b>Estação</b>	PIRA_011	<b>N° de série</b>	N1843164	<b>Estação</b>	PIRA_012	<b>N° de série</b>	N1953408
<b>Latitude</b>	10° 25.17' S	<b>Longitude</b>	034° 49.76' W	<b>Latitude</b>	9° 12.60' S	<b>Longitude</b>	034° 14.40' W
<b>Parâmetros de Superfície</b>				<b>Parâmetros de Superfície</b>			
<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.43	<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.4
<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.1	<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.5
<b>Pressão:</b>	1016.5 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	70%	<b>Pressão:</b>	1016 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	70%
<b>Direção:</b>	146°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	11.5	<b>Direção:</b>	121°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	16.9
<b>Observações:</b> Hmáx= 27190 m, CTD PIRA_023				<b>Observações:</b> Hmáx= 24029 m			
<b>Estação</b>	PIRA_013	<b>N° de série</b>	N1853439	<b>Estação</b>	PIRA_014	<b>N° de série</b>	N1953422
<b>Latitude</b>	7° 57.00' S	<b>Longitude</b>	033° 43.20' W	<b>Latitude</b>	6° 30.00' S	<b>Longitude</b>	033° 45.00' W
<b>Parâmetros de Superfície</b>				<b>Parâmetros de Superfície</b>			
<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.76	<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.9
<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.8	<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.6
<b>Pressão:</b>	1015.5 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	78%	<b>Pressão:</b>	1015 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	75%
<b>Direção:</b>	101°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	17.3	<b>Direção:</b>	114°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	19.6
<b>Observações:</b> Hmáx= 19217 m				<b>Observações:</b> Hmáx= 27542m, CTD PIRA_031			
<b>Estação</b>	PIRA_015	<b>N° de série</b>	N1853276	<b>Estação</b>	PIRA_016	<b>N° de série</b>	N1853390
<b>Latitude</b>	5° 34.80' S	<b>Longitude</b>	033° 18.60' W	<b>Latitude</b>	5° 26.40' S	<b>Longitude</b>	033° 49.80' W
<b>Parâmetros de Superfície</b>				<b>Parâmetros de Superfície</b>			
<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			27	<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.96
<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.4	<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.7
<b>Pressão:</b>	1013.5 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	71%	<b>Pressão:</b>	1014 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	75%
<b>Direção:</b>	112°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	18.1	<b>Direção:</b>	123°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	14.2
<b>Observações:</b> Hmáx= 26683 m				<b>Observações:</b> Hmáx= 27189m, CTD PIRA_036. Transmitiu após 664 s.			
<b>Estação</b>	PIRA_017	<b>N° de série</b>	N1753758	<b>Estação</b>	PIRA_018	<b>N° de série</b>	N1943352
<b>Latitude</b>	5° 34.20' S	<b>Longitude</b>	034° 38.40' W	<b>Latitude</b>	5° 36.60' S	<b>Longitude</b>	034° 46.20' W
<b>Parâmetros de Superfície</b>				<b>Parâmetros de Superfície</b>			
<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.68	<b>Temperatura da água do mar (°C):</b>			26.7
<b>Temperatura do ar (°C):</b>			27.7	<b>Temperatura do ar (°C):</b>			25.8
<b>Pressão:</b>	1015.5 HPa	<b>Umidade Rel.:</b>	71%	<b>Pressão:</b>	1015.5 Hpa	<b>Umidade Rel.:</b>	77%
<b>Direção:</b>	122°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	14.6	<b>Direção:</b>	146°	<b>Vel. Vento (nós):</b>	21
<b>Observações:</b> Hmáx= 19326m				<b>Observações:</b> Hmáx= 24376m, CTD PIRA_040			

Na estação PIRA\_009, o balão apresentou um rasgo e foi prontamente substituído antes do lançamento, não resultando, portanto, em perda amostral. Na estação PIRA\_016, a radiossonda só começou a transmitir os dados de posição, velocidade e direção do vento após 664s desde o seu lançamento. Este problema ocorreu devido ao pequeno número de satélites sendo captado pela sonda, mesmo sendo mostrado no *software* DigiCORA que existiam 12 satélites disponíveis.





**Figura 12:** Perfis de temperatura (azul) e umidade relativa (vermelho) obtidos nas radiossondagens nas estações PIRA\_009, PIRA\_010, PIRA\_011, PIRA\_012, PIRA\_013, PIRA\_014, PIRA\_015, PIRA\_016, PIRA\_017 e PIRA\_018 respectivamente.

## 6.2 Estação Meteorológica

A estação meteorológica Vaisala foi ligada no momento da desatracação, no dia 28/09/2018, às 11:47 GMT. A estação mede temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, ponto de orvalho, velocidade e direção do vento. Os dados foram adquiridos a cada três segundos.

## 7 Geofísica

A geofísica é dividida em métodos acústicos e potenciais. As ferramentas pertencentes ao primeiro método (batimetria, sísmica e sonografia) baseiam-se na propagação de ondas acústicas e são as mais importantes para o estudo do fundo marinho, permitindo a realização do imageamento em diferentes perspectivas em águas rasas e profundas e camadas geológicas subsuperficiais. Os métodos que se baseiam na teoria do potencial são: a gravimetria (caráter monopolar) e a magnetometria (caráter dipolar). Neste relatório serão destacados os

equipamentos geofísicos utilizados durante a primeira pernada da comissão PIRATA XVIII, do dia 28/09/2018 ao dia 09/10/2018 entre Maceió/AL e Natal/RN: ecobatímetro multifeixe, sísmica rasa e gravímetro.

## 7.1 Batimetria Multifeixe

A batimetria acústica constitui-se no primeiro e mais tradicional método de investigação de áreas submersas. Os principais objetivos deste método são determinar a espessura da coluna d'água com alta resolução e alta precisão, mapear a morfologia e calcular o gradiente do fundo marinho.

Para a coleta das linhas batimétricas foram utilizados os ecobatímetros multifeixe EM 710 e EM 122 com o *software* de aquisição *Seafloor Information System* (SIS), da companhia *Kongsberg Maritime*. Os transdutores de ambos ecobatímetros encontram-se acoplados no casco do navio.

O primeiro ecobatímetro opera em frequências que variam de 70 a 100 kHz, a profundidades entre 3 a 2000m, águas rasas e médias. O EM 122 atua em uma faixa de frequência de 12kHz a 20Khz, a profundidades entre 50 a 11.000m, águas médias e profundas.

Na aquisição dos dados batimétricos brutos, foram automaticamente aplicadas as seguintes correções: a do sensor de atitude do navio (*pitch*, *roll* e o *heave*), a de sincronismo entre o dado batimétrico, o instante da aquisição e a posição correspondente. O SIS recebe atualização periódica do perfil de velocidade do som na coluna d'água marinha a partir dos dados de CTD e XBT. Esse *software* também é responsável pelo armazenado dos dados, que nesse caso são arquivos com extensão *.all*.

Os equipamentos foram operados pela MB e o máximo de dados foi adquirido durante a segunda pernada.

## 7.2 Sísmica Rasa

A sísmica por sua vez fornece dados sobre a disposição estrutural das camadas sedimentares de subsuperfície do fundo marinho, permitindo avaliar parâmetros como espessura de camadas, mergulho, presença de falhamentos, ocorrências de acumulações rasas de gás biogênico e deslizamentos submarinos.

Para a aquisição das linhas sísmicas foi utilizado o *sub-bottom profiler* SBP 120 também da companhia *Kongsberg Maritime*. Ele trabalha com uma variação de frequência entre 2,5 e

6,5kHz, seu transdutor também está acoplado no casco do navio e seu *software* de operação trabalha atrelado ao do ecobatímetro.

Algumas configurações permaneceram inalteradas durante a aquisição dos dados sísmicos brutos: a sincronização através do *software Synchronizing Unit - K-Sync*, o modo TX (normal), o tipo do pulso (*linear chirp up*), o sistema de posicionamento referenciado pelo *sea path a*, o *delay from depth* variando de acordo com a ecobatímetro multifeixe e o *slope correction* que permaneceu sempre ligado. Os equipamentos foram operados pela MB e o máximo de dados foi adquirido durante a segunda pernada.

### 7.3 Gravimetria

Os levantamentos gravimétricos medem as variações da aceleração da gravidade na superfície da Terra, ou acima dela, resultantes da força de atração devida à sua massa e da força centrífuga relacionada ao seu movimento de rotação. Como referência para as medidas dessas variações, utiliza-se uma superfície equipotencial simples e suave, o esferóide, cuja forma assemelha-se a um elipsóide de revolução, denominado elipsóide de referência. Pequenas variações nas densidades das rochas em subsuperfície são medidas por esta técnica.

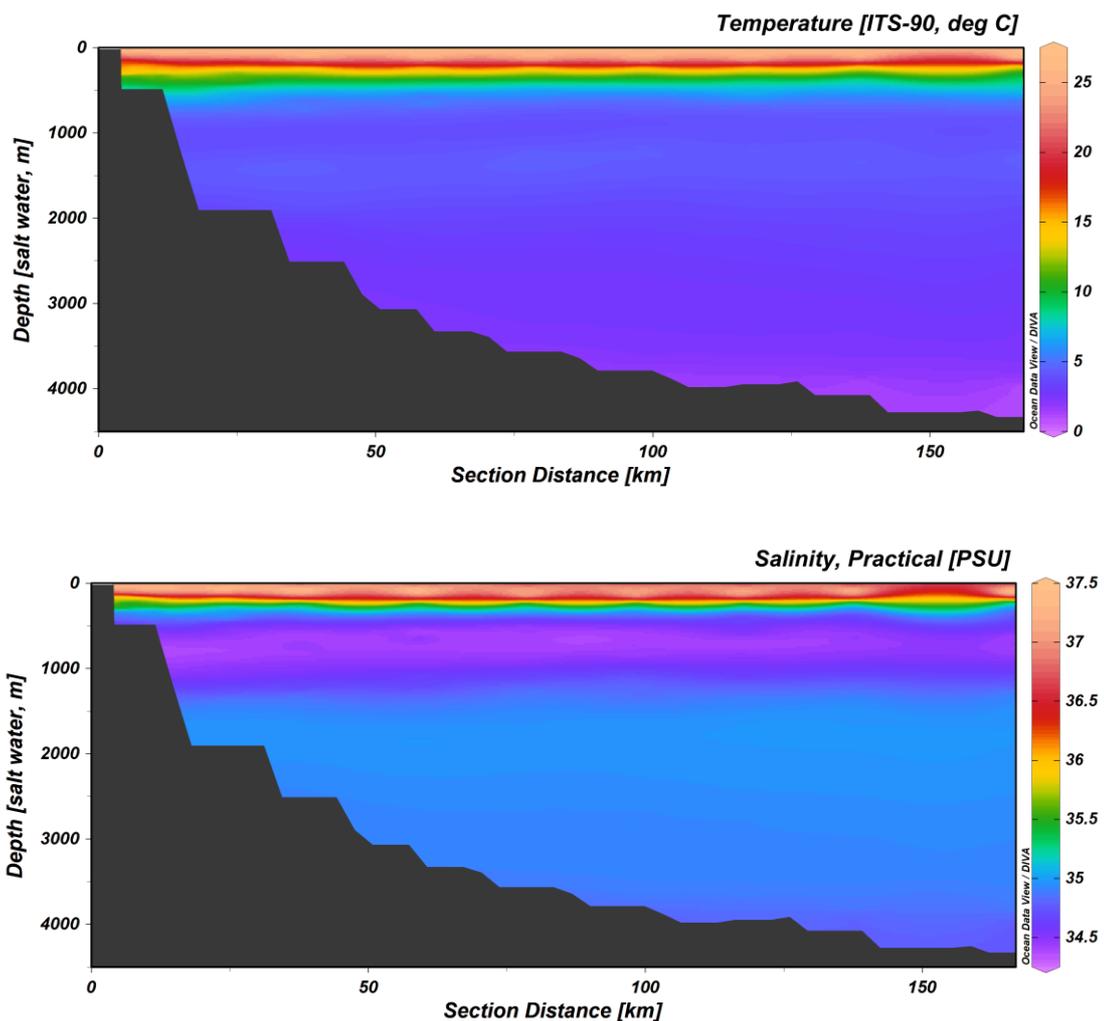
Para a coleta dos dados gravimétricos foi utilizado o gravímetro *Marine Gravity System 6* (MGS-6) (Figura 13) juntamente com o *software* de aquisição *Piper Pro Gravity Survey* ambos da *Micro-g LaCoste*. Os dados foram adquiridos em todo o percurso da segunda pernada, com o navio fundeado e em deslocamento, sendo armazenados em arquivos *.tsf*.

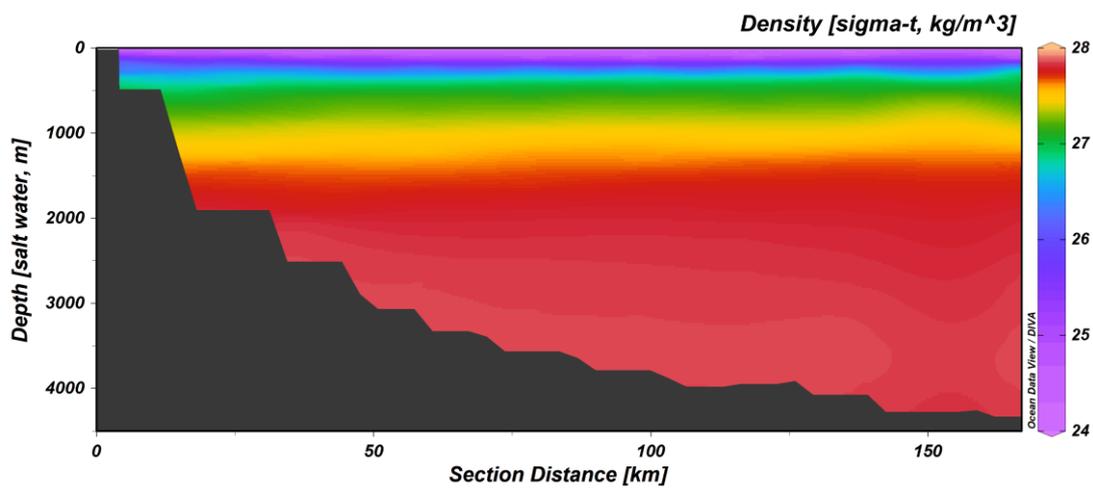
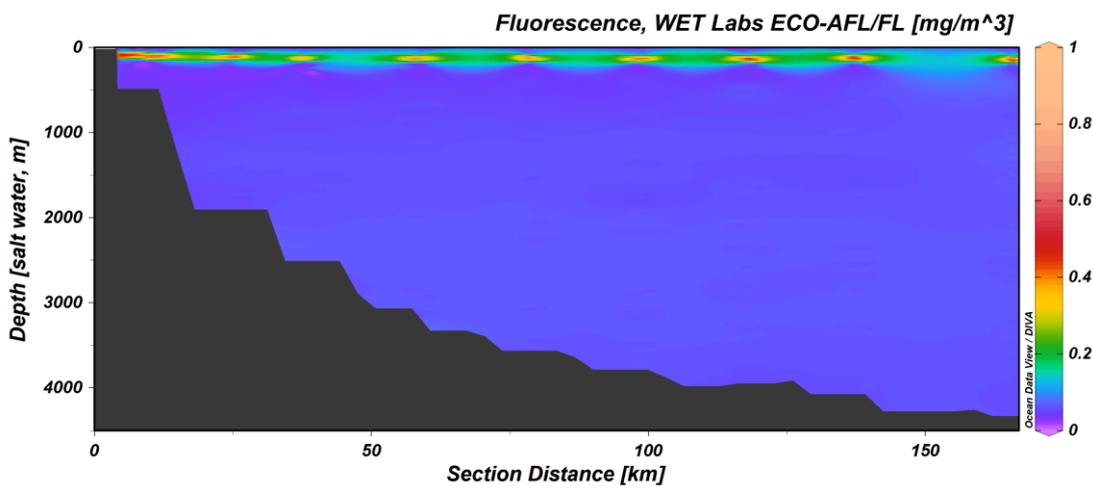
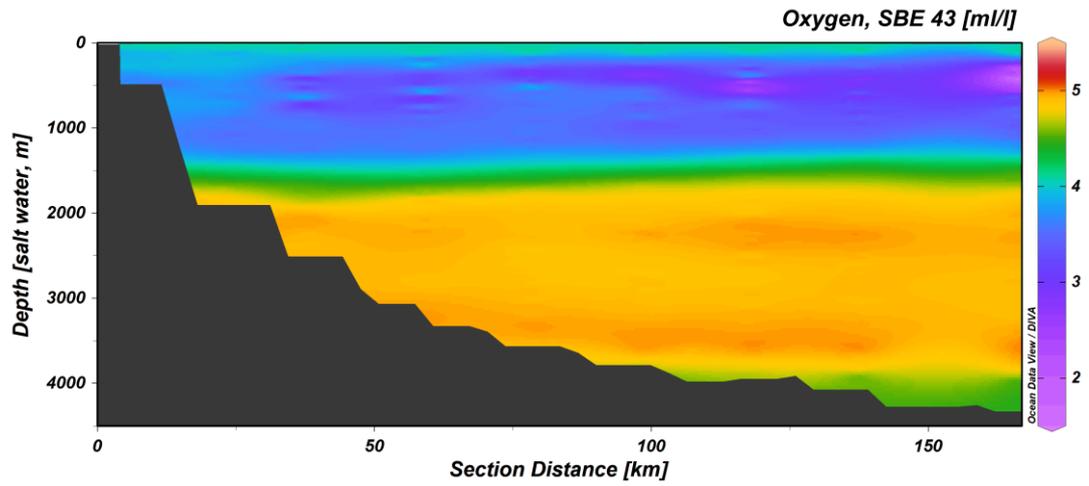


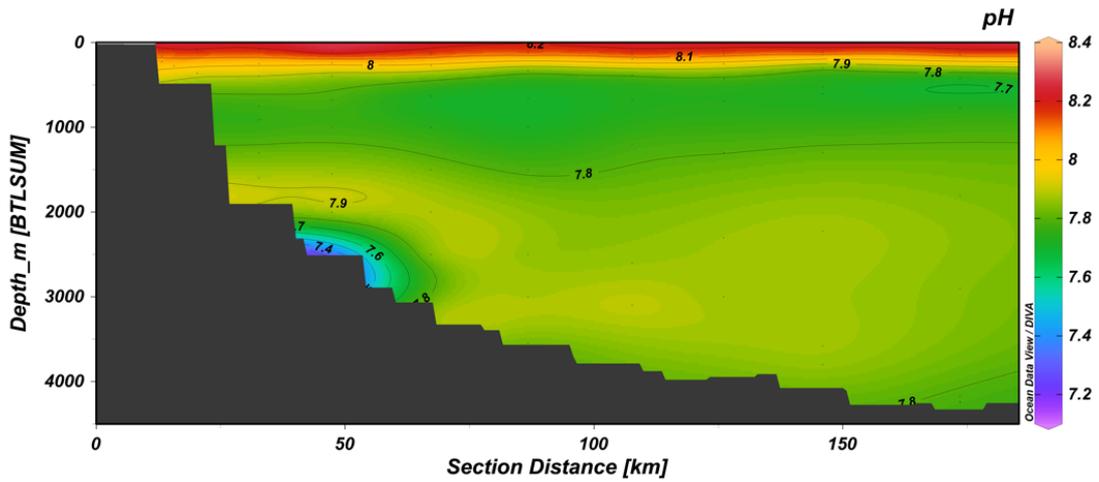
**Figura 13:** Gravímetro modelo *Marine Gravity System 6* (MGS-6) da *Micro-g LaCoste*.

## 8 Resultados Preliminares

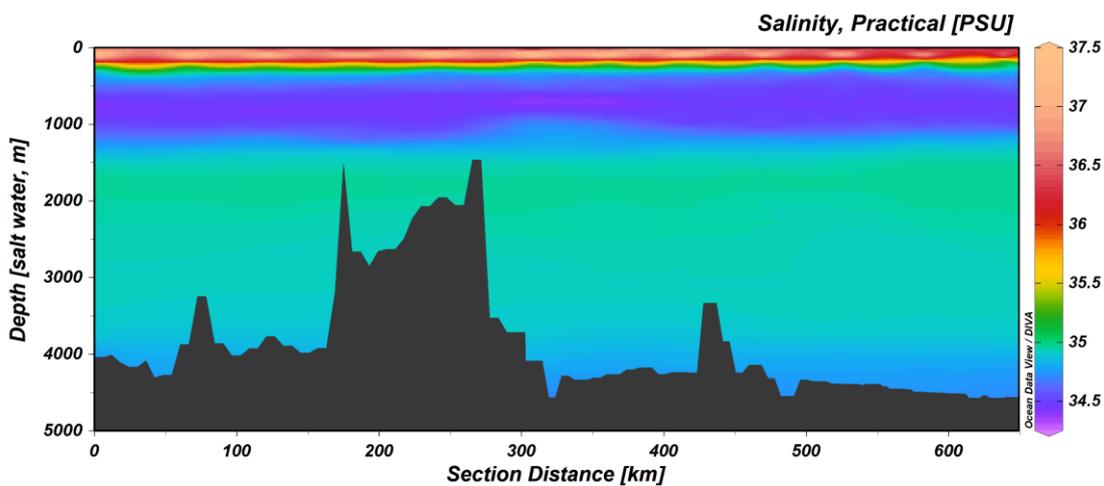
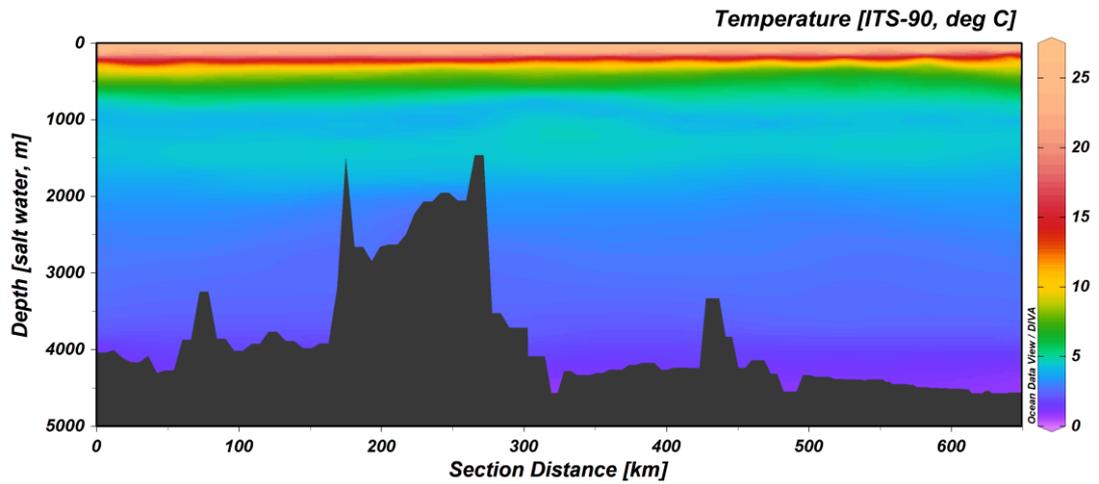
Os resultados preliminares de temperatura (ITS-90, °C), salinidade (PSU), oxigênio (ml/l), fluorescência (mg/m<sup>3</sup>), densidade (Sigma-t, kg/m<sup>3</sup>) e pH adquiridos nas estações de CTD/Rosette durante a segunda perna estão apresentados nos gráficos abaixo e divididos em três etapas: Transecto 11°S (Figura 14); Transecto Meridional (Figura 15) e Transecto 5°S (Figura 16). Os dados de temperatura e salinidade foram convertidos para TEOS-10, em temperatura conservativa e salinidade absoluta (g/kg), e foram representados no diagrama TS para identificação de massas d'água presentes nas regiões amostradas (Figura 17).

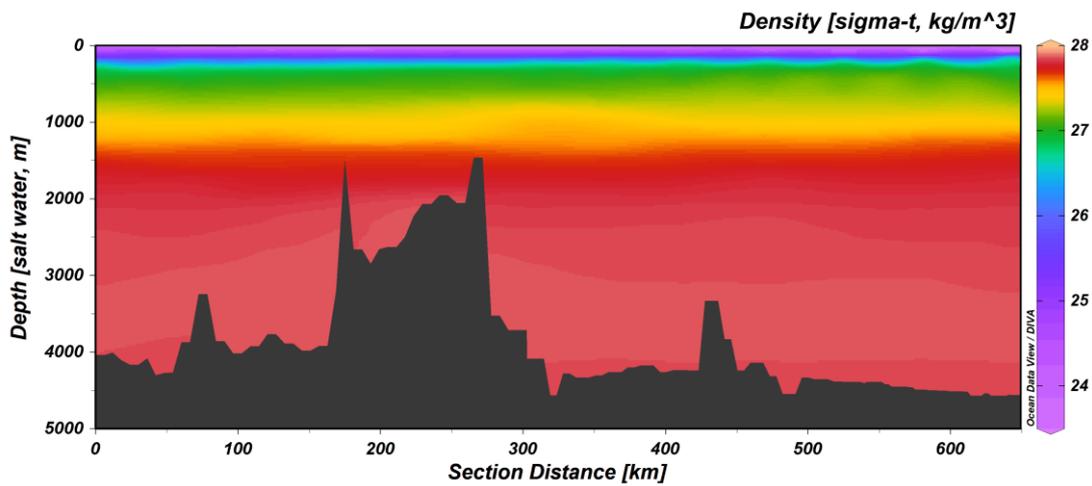
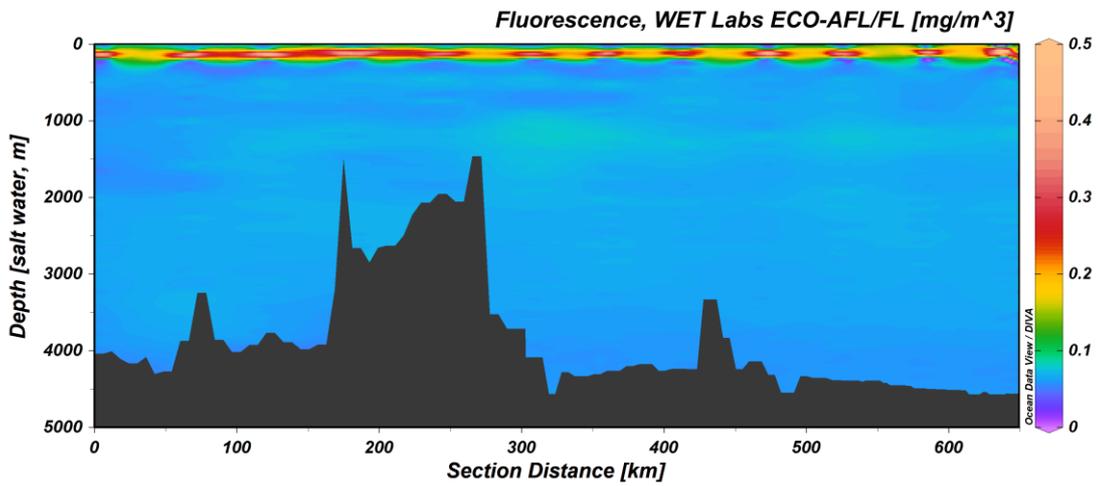
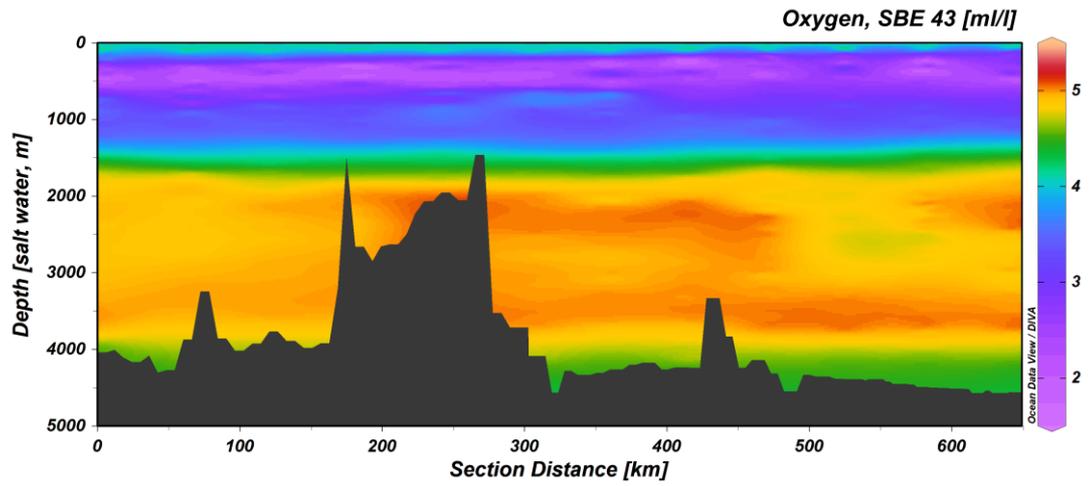






**Figura 14:** Perfis de temperatura, salinidade prática, oxigênio, fluorescência, densidade e pH adquiridos pelo CTD/Rosette no Transecto 11°S da pernada 2 da XVIII Comissão PIRATA BR.





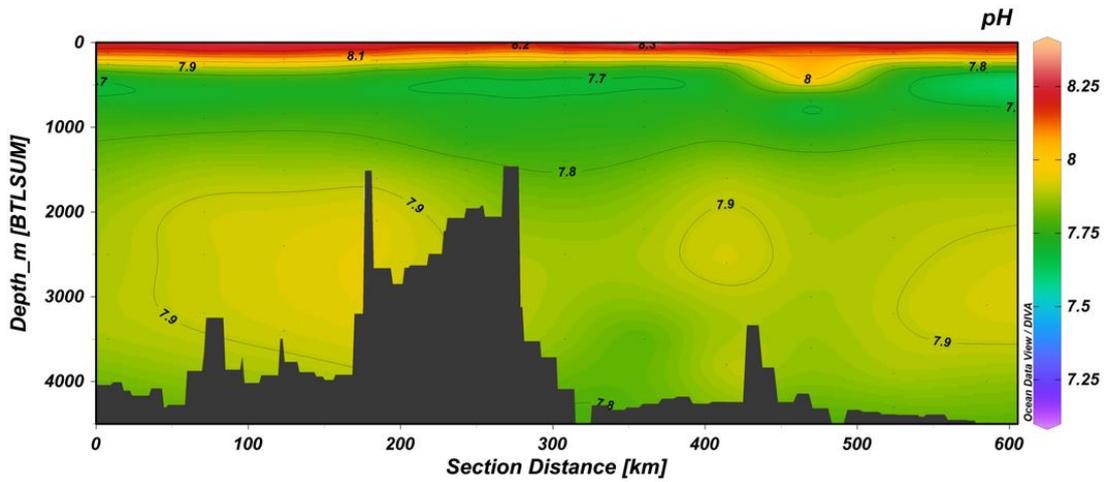
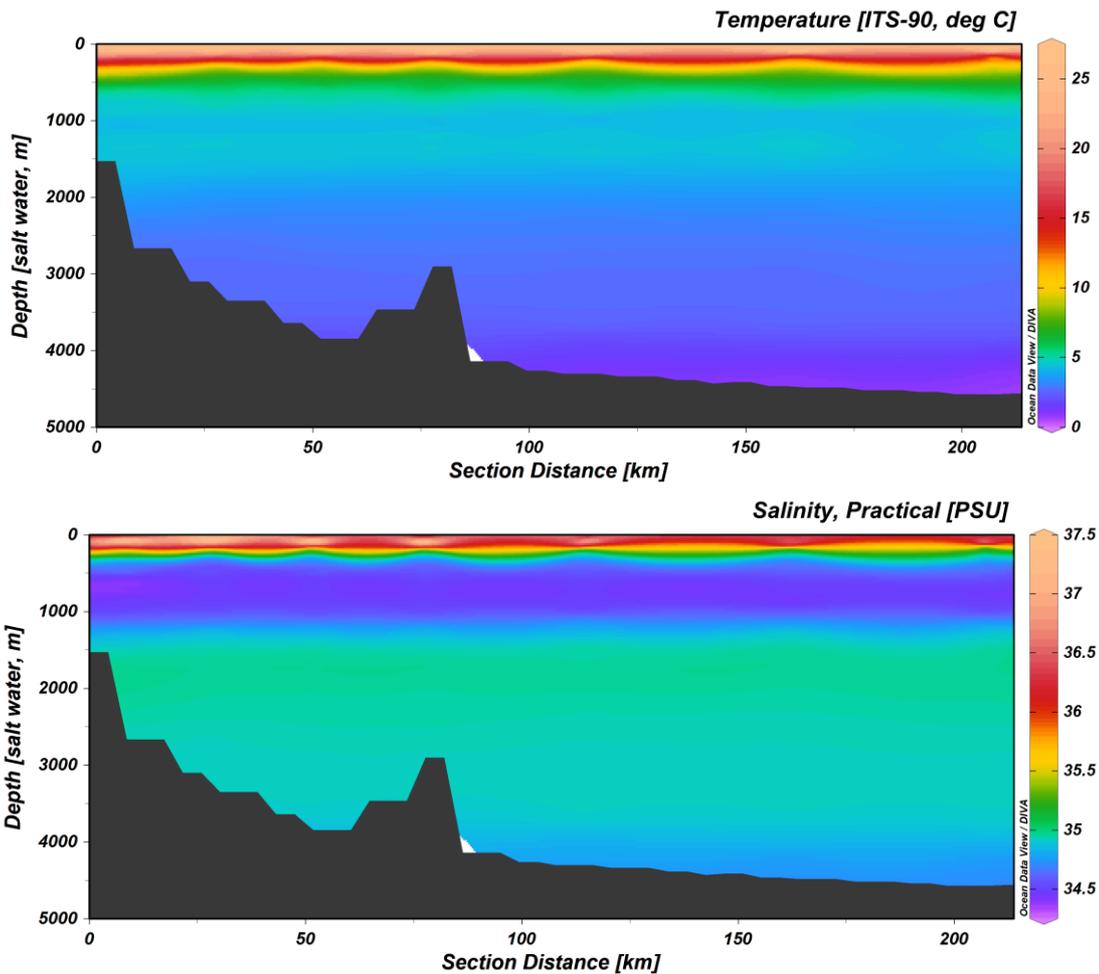
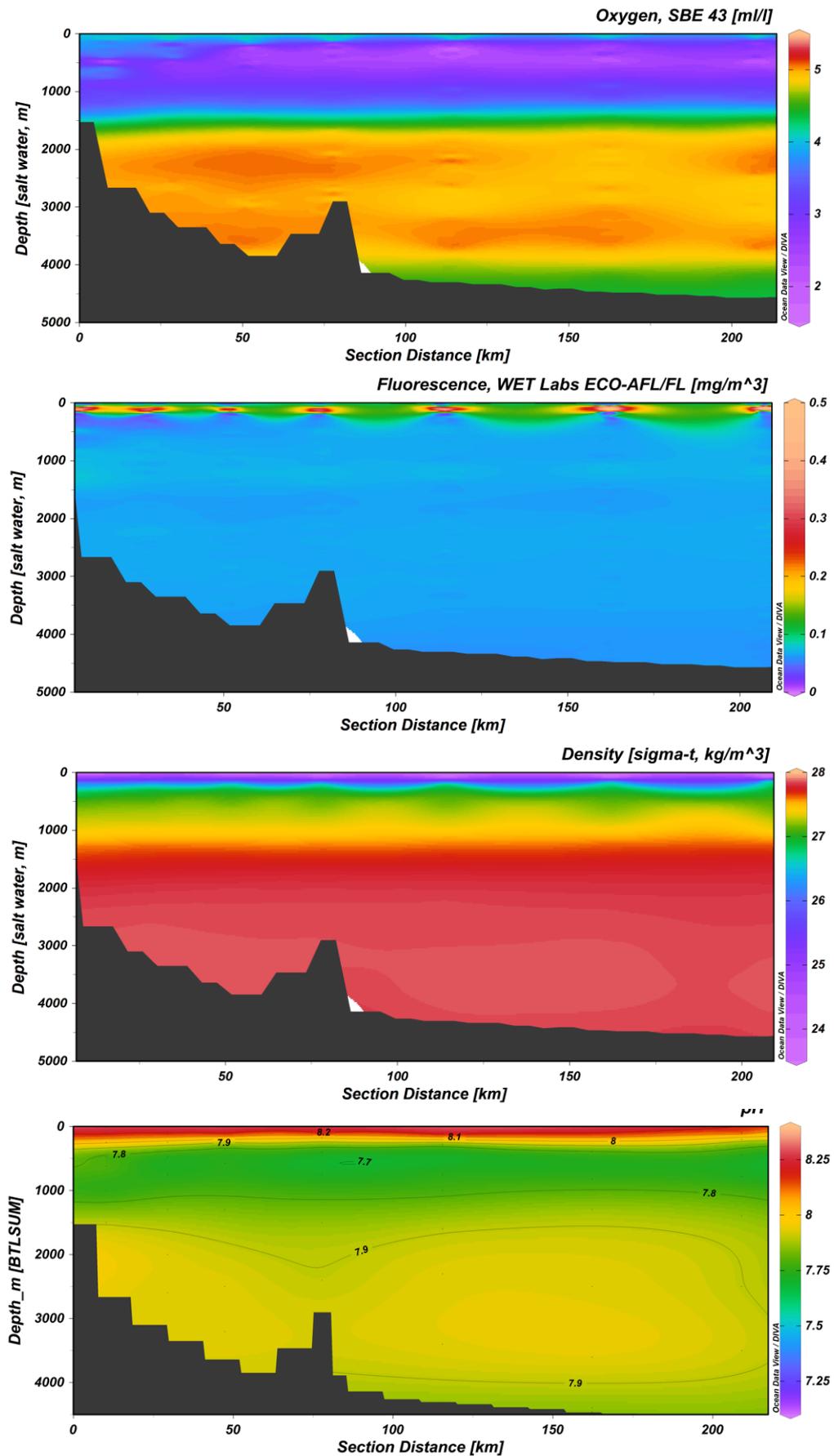


Figura 15: Perfis de temperatura, salinidade prática, oxigênio, fluorescência, densidade e pH adquiridos pelo CTD/Rosette no Transecto Meridional da perna 2 da XVIII Comissão PIRATA BR.





**Figura 16:** Perfis de temperatura, salinidade prática, oxigênio, fluorescência, densidade e pH adquiridos pelo CTD/Rosette no Transecto 5°S da pernada 2 da XVIII Comissão PIRATA BR.

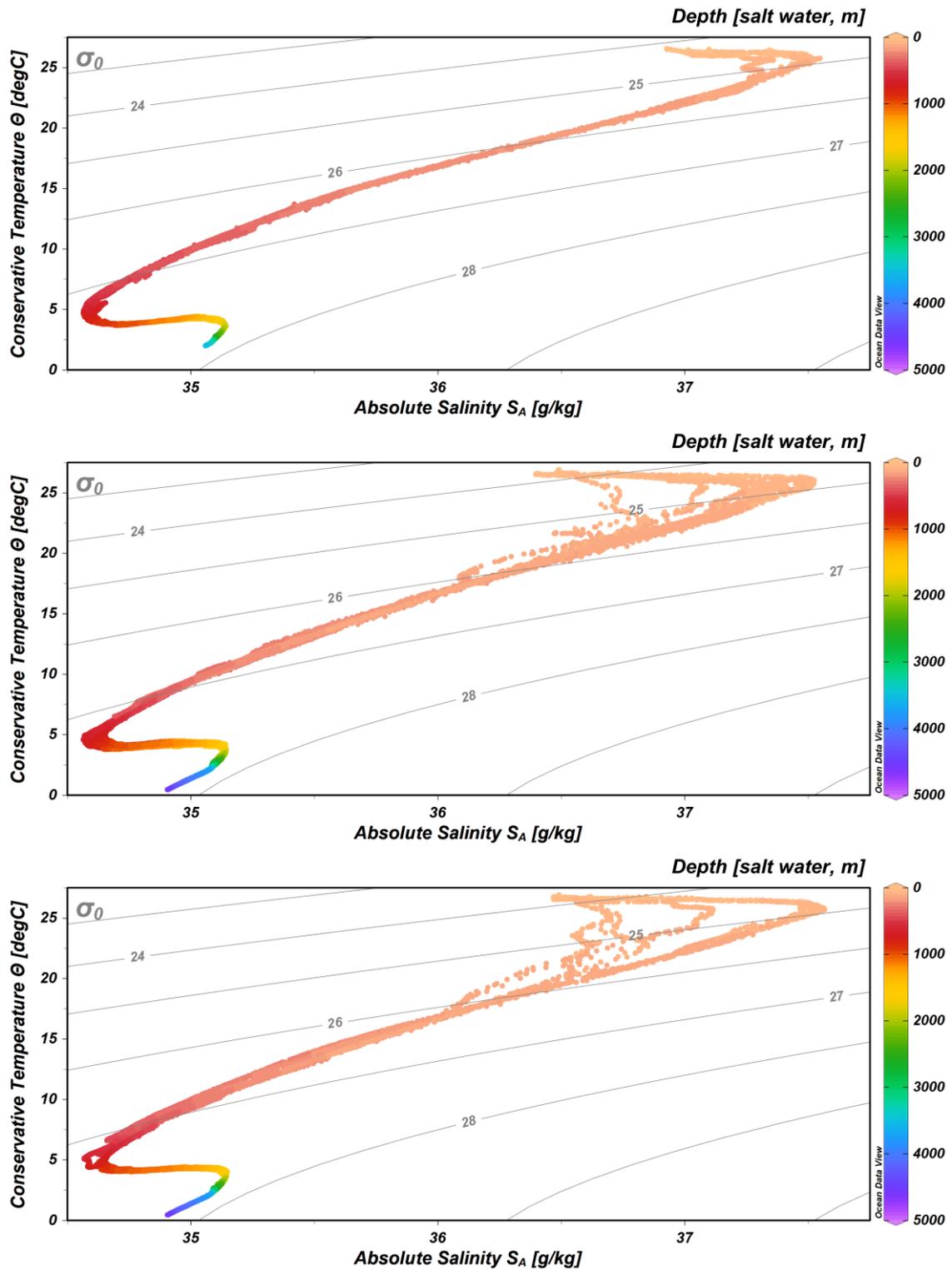
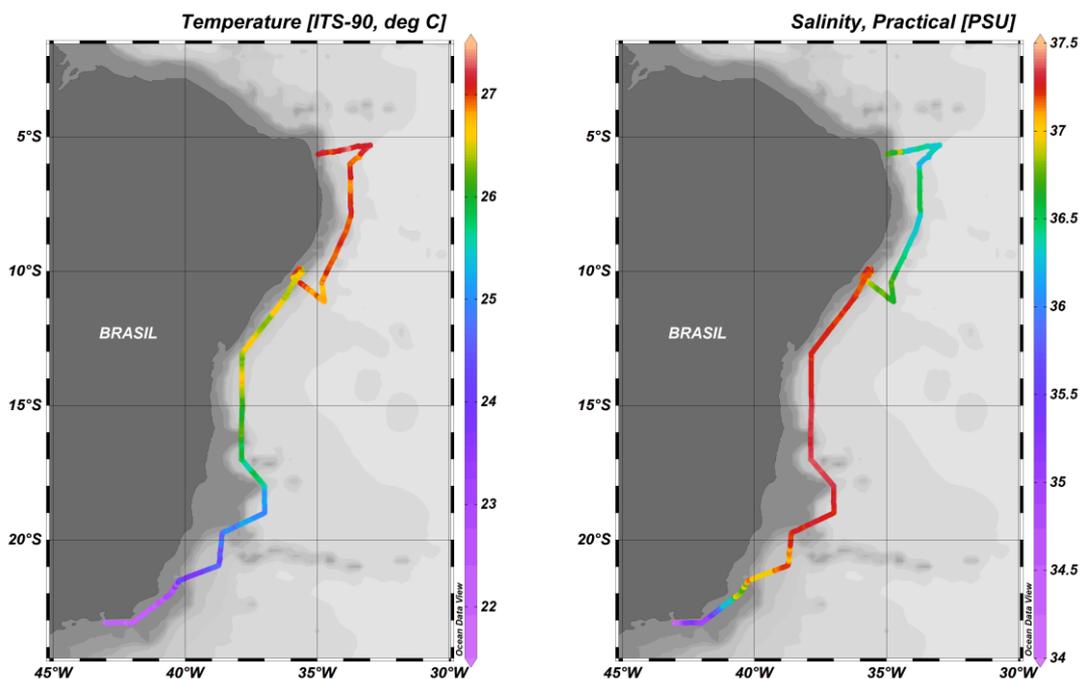


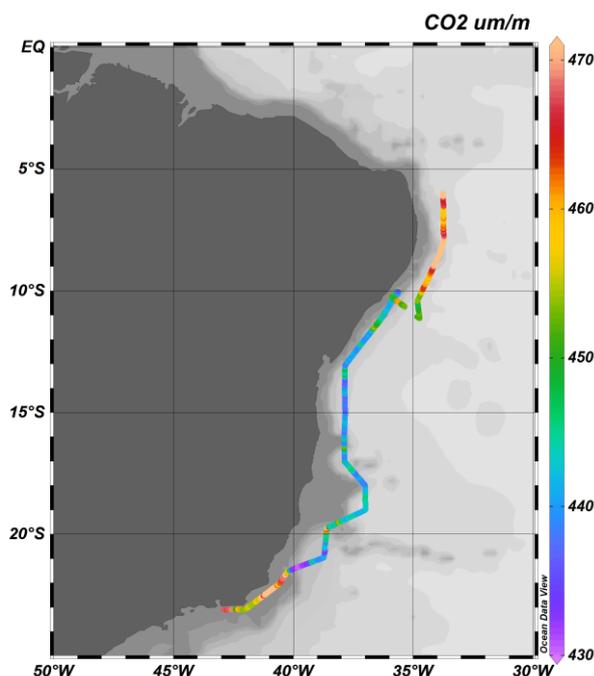
Figura 17: Diagrama TS referente às estações oceanográficas realizadas nos Transectos 11°S, Meridional e 05°S da pernada 2 da XVIII Comissão PIRATA BR.

Os dados de temperatura (ITS-90, °C) e salinidade (PSU) do termosalinógrafo estão representados na Figura 18 desde o início da comissão.



**Figura 18:** Dados de temperatura e salinidade prática adquiridos pelo Termosalinógrafo ao longo da derrota do navio na Pernada 1 e 2 da XVIII Comissão PIRATA BR.

Os dados do pCO<sub>2</sub> medidos desde o primeiro dia da comissão estão representados na Figura 19.



**Figura 19:** Dados da pressão parcial do CO<sub>2</sub> ao longo da derrota do navio na Pernada 1 e 2 da XVIII Comissão PIRATA BR.

## **9 Considerações Finais**

Apesar de alguns contratempos ao longo do caminho, análises preliminares demonstraram que grande parte dos dados adquiridos ao longo da Pernada 2, atingem os padrões de qualidade exigidos pelo Comitê PIRATA e abrangem áreas importantes e de relevância para a pesquisa nacional. Os avanços operacionais conquistados na comissão anterior foram mantidos, observando a cada ponto, a segurança da operação, permitindo uma amostragem do fundo do oceano ao topo da atmosfera. O empenho dos pesquisadores com espírito de equipe e trabalho colaborativo foi fundamental para a obtenção de tão valiosos resultados.

Entendemos que cruzeiros como este são de vital importância para a formação de novos profissionais e transmissão de conhecimento, entretanto, uma vez que o objetivo central da comissão não é este, a quantidade de alunos deve ser proporcional ao número de projetos embarcados, visando à maximização do aprendizado a bordo, pois demanda atenção especial. Observamos também que os alunos chegaram desprovidos de informações básicas acerca do embarque, do projeto e das atividades a serem realizadas a bordo. Recomendamos que as instituições envolvidas no embarque de alunos que cumprirão apenas horas de embarque façam uma seleção mais criteriosa. Diferente da primeira pernada, tivemos apenas seis alunos de graduação (USP) que chegaram ao navio sem atividade pré-definida, entretanto esses alunos foram extremamente interessados, participativos e proativos agregando valor as atividades que foram desempenhadas.

Aproveitamos para fazer aqui uma menção honrosa e nossos sinceros agradecimentos aos oficiais e praças que auxiliaram as atividades com empenho e dedicação, mesmo quando não lhes cabiam. Agradecemos em especial, ao comandante do Vital de Oliveira, CF Alex Urbancg, pelo comprometimento e apoio dedicados em prol da pesquisa do mais alto nível.