

Relatório Sucinto de Campo Operação Antártica XXV

(VOLTA DO ARY RONGEL)



CRUZEIRO PATEX III **(PATagonia EXperiment)**

Coordenação: Dr. Carlos Alberto Eiras Garcia, FURG
Dra. Virginia Maria Tavano Garcia, FURG

Equipe Embarcada:

Dr. Carlos A. E. Garcia, FURG
Dra. Rosane G. Ito, USP
Dr. Ricardo C. G. Pollery, USU
Msc. Eduardo Miranda, USP
MSc. Silvana Botta, FURG
Oc. Mathias Rucker Van Caspel, FURG
Oc. Maria José Campos Mello, FURG
Biol. Amábil Ferreira, FURG
Biol. Elaine Alves dos Santos, UERJ
Acad. Ester Shinobu Hansen, USP

- Março de 2007 -

RELATÓRIO SUCINTO DE CAMPO

I- INTRODUÇÃO

O Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL), criado no âmbito da REDE 1, tem como objetivo contribuir, juntamente com a comunidade internacional, na investigação de impacto das mudanças globais sobre o ecossistema do Oceano Austral, assim como possíveis conexões com a zona costeira do Brasil. Isto é feito através de coletas e análises sistemáticas dos dados físicos, químicos e biológicos no meio marinho. A partir deste objetivo amplo, o GOAL tem efetuado amostragens no oceano Austral (ou Antártico) e também ao longo da trajetória do N.Ap.Oc. Ary Rongel, na ida, entre Rio Grande e a Antártica e no retorno, entre Antártica e Rio Grande. No presente relatório enfatizamos os processos físicos, químicos e biológicos que foram amostrados durante a volta do Navio do continente Antártico.

Ao longo da quebra de plataforma Argentina, é possível observar intensas florações de fitoplâncton durante o verão, com dimensões de aprox. 25 Km de largura por 1200 Km de comprimento, as quais podem avançar sobre a plataforma Uruguaia e sul do Brasil. Estas áreas de alta biomassa fitoplanctônica podem ser observadas através de imagens de satélite da cor do oceano (ex. SeaWiFS e MODIS). A fertilização das águas da quebra da plataforma da Patagônia dever ser resultado da ressurgência de águas ricas em nutrientes das Correntes das Malvinas, ramo da Corrente Circumpolar Antártica, que flui ao longo do talude.

Esta região do Oceano Atlântico Sul é considerada como importante área de sequestro de carbono no hemisfério sul, por sua alta produção primária, principalmente na primavera e verão e também está associada com alta atividade pesqueira, principalmente de lulas. O estudo destas florações, concomitantemente com imagens da cor do oceano, permitirá a validação das imagens para mapeamento da biomassa fitoplanctônica, assim como auxiliará no desenvolvimento de algoritmos regionais específicos. Por outro lado, a investigação dos processos físicos e químicos que determinam a alta produção primária nesta região, pode elucidar o papel e a contribuição de correntes marinhas geradas no Oceano Austral (como a Corrente das Malvinas) para a produtividade biológica na plataforma do continente sul-americano.

O presente projeto, aprovado pelo Edital do PROANTAR/CNPq No. 055/2005 objetiva, portanto, dar continuidade à coleta de dados na região da quebra da plataforma Argentina, porém incluindo agora medições de fluxos de CO₂ e de concentrações de gases como DMS em aerossóis atmosféricos. Estes dados permitirão, pela primeira vez, inferir quantitativamente a importância destas microalgas marinhas no ciclo regional do carbono e das trocas de gases traços. A coleta de dados bio-óticos, por outro lado, permitirá o estudo mais detalhado destas florações, as quais aparentemente persistem de setembro a março de cada ano (Garcia *et al*, 2004), a partir de imagens de satélites.

II – OBJETIVOS DO PROJETO

O projeto PATEX tem como principal objetivo entender as causas da variabilidade da biomassa e grupos funcionais do fitoplâncton e os processos biogeoquímicos associados às florações na região da quebra da plataforma Argentina (sul de 40⁰S). Com isso pretende-se contribuir para o entendimento do ciclo de carbono na região e, portanto, estimar parâmetros que são de grande importância no entendimento do clima regional e global.

Os efeitos da variabilidade na bomba biológica e trocas de gases e aerossóis serão investigados. A geração de algoritmos bio-óticos de biomassa (clorofila-a) e de CaCO₃, permitirão

estudar, por técnicas de sensoriamento remoto, a sua variabilidade em diferentes escalas espaciais e temporais. Os processos físicos e biológicos que regulam a abundância das microalgas marinhas ao longo da quebra de plataforma no Atlântico Sul Ocidental serão investigados a partir das análises de dados físicos (hidrografia e medidas óticas) e biogeoquímicos (sais nutrientes, gases, taxonomia e abundância do fitoplâncton, pigmentos e produção primária) pretéritos e futuros que serão coletados em campanhas oceanográficas ao longo da quebra de plataforma Argentina.

III – COMPONENTES DA EQUIPE NO CAMPO

Coordenação: Dr. Carlos Alberto Eiras Garcia, FURG

Equipe do Projeto

Dr. Carlos A. E. Garcia, FURG
 Dra. Rosane G. Ito, USP
 Dr. Ricardo C. G. Pollery, USU
 Msc. Eduardo Miranda, USP
 MSc. Silvina Botta, FURG
 Oc. Mathias Rucker Van Caspel, FURG
 Oc. Maria José Campos Mello, FURG
 Biol. Amábile Ferreira, FURG
 Biol. Elaine Alves dos Santos, UERJ
 Acad. Ester Shinobu Hansen, USP

Período de Coleta: 25 a 29 de março de 2007.

IV- APOIO LOGÍSTICO SOLICITADO

Tarefas solicitadas antes do cruzeiro:

- 24 estações CTD, com utilização do guincho de popa;
- Guincho de bombordo para medidas de luz na coluna d'água;
- Termosalinômetro do Ary Rongel;
- Sistema de mangueira para circulação de água do mar para medidas de CO₂ no laboratório a ré;
- Instalação de sistema de distribuição de água próximo à pia do laboratório úmido a ré.

Tarefas solicitadas durante o cruzeiro:

- Ponteira do cabo eletromecânico;
- Troca de manilha que prende o sistema Roseta/ CTD ao cabo eletromecânico;
- Instalação dos sensores de luz na rede do convôo.

Tarefas não-executadas:

Todas as tarefas solicitadas à tripulação do Ary Rongel foram executadas com competência. As solicitações à coordenadoria da SECIRM embarcada também foram prontamente atendidas.

V- DIFICULDADES ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS NO ÂMBITO:

- a) **CIENTÍFICO** – Houve dificuldade de manter o termosalinômetro gravando durante todo o cruzeiro. Não houve dificuldade decorrente da concepção do projeto

que não fosse sanada pelo pessoal científico e, principalmente, pela tripulação do Ary Rongel.

- b) **LOGÍSTICO** - Poucas dificuldades foram encontradas durante a operação. Apenas gostaríamos de ressaltar que a manutenção de material de pesquisa na área externa do Navio de forma permanente (uma ampola de gás nitrogênio) ou temporária (caixas com material de pesquisa), gerou alguns danos em materiais como o cilindro de gás e alguns instrumentos eletrônicos utilizados nos trabalhos de CO₂, pois várias caixas estavam danificadas pelo transporte e propiciaram a entrada de água dentro das mesmas, quando expostas ao tempo.

VI – RESULTADOS CIENTÍFICOS PARCIAIS ALCANÇADOS

Estações oceanográficas

A Figura 1 mostra a derrota do Ary Rongel com as 30 (trinta) estações oceanográficas ocupadas, entre os dias 25 e 29 de Março de 2007, durante o cruzeiro PATEX III. Estas estações de CTD foram ocupadas ao longo da quebra da plataforma Argentina, onde dados de temperatura, condutividade, pressão, oxigênio dissolvido, fluorescência, transmitância (660 nm) e PAR (Photosynthetic Active Radiation) foram obtidos pelo sistema roseta/CTD (Conductivity, Temperature and Depth) que operou pela popa do navio. A Figura 2 mostra um exemplo da qualidade dos dados coletados pelo sistema CTD (Fig 2- acima) e o diagrama TS de todos os dados termohalinos coletados nas 30 estações oceanográficas (Fig 2 – abaixo). Amostras de água, coletadas pelas 12 garrafas Niskin de 5 litros cada, serão analisadas para determinação da concentração de clorofila-a, nutrientes, alcalinidade, pH, contagem e identificação de fitoplâncton, em profundidades que variam da superfície ao fundo oceânico. A Tabela 1 resume todas as atividades desenvolvidas durante o Cruzeiro PATEX III.

Uma estação teste foi realizada com o navio ainda em frente a Estação Antártica Comandante Ferraz com a finalidade de testar todos os equipamentos. Nesta estação, foram coletadas amostras de água em diversas profundidades a fim de calibrar os dados de oxigênio dissolvido coletado pelo sistema Roseta/CTD com os dados *in situ* titulados a bordo.

Ao longo do cruzeiro, foram filtradas 7 amostras de água com diferentes valores de transmitância em membranas de acetato de celulose de 0,45 micrômetro, com o objetivo de traçar uma curva de calibração dos valores de transmitância para calcular material particulado total.

Fitoplâncton Marinho

Em cada estação, foram coletadas amostras de água superficial, com uso de balde e, através do sistema roseta/CTD, foram realizadas coletas de água em profundidades determinadas pelo fluorímetro perfilador. Em todas as estações, foram retiradas amostras para medidas de concentração de clorofila-a, de absorção da luz pelo fitoplâncton, detritos e material orgânico dissolvido para contagem e identificação celular. Para análises de clorofila-a total (todas as classes de tamanho celular do fitoplâncton), foram filtrados cerca de 500ml, em duplicata, usando-se filtros de fibra de vidro GF/F de 25 mm de diâmetro, por meio de sistema de filtração a vácuo. Para análise da clorofila-a fracionada (separação das classes de tamanho celular do fitoplâncton), amostras foram pré-filtradas em rede de 20µm, e filtradas, em duplicata, em filtros GF/F, e em filtros de membrana de 3µm, para obtenção da concentração do pigmento referente às classes de tamanho maior que 20µm, entre 20 e 3µm e menor que 3µm. Após a filtração, todos os filtros foram envolvidos em papel alumínio e acondicionados em freezer e, no fim de cada dia, foram

transferidos para o nitrogênio líquido. Para análises da absorção da luz pelo fitoplâncton e detritos, cerca de 300 ml de água superficial e de pico de fluorescência foram filtradas, pelo mesmo sistema. Imediatamente após a filtragem, os filtros foram colocados em tubos criogênicos e armazenados em nitrogênio líquido. O material resultante de cada filtração foi armazenado em frascos de borosilicato e mantido em geladeira. Em laboratório, as amostras de clorofila-a serão analisadas através de fluorimetria, para cálculo de concentração do pigmento e os filtros para determinação dos coeficientes de absorção da luz serão processados através de leituras de absorbância em espectrofotômetro de varredura, bem como os filtrados, que correspondem ao material orgânico dissolvido. De superfície e profundidade de pico de fluorescência, foram coletados cerca de 250ml de amostra, imediatamente transferidos para frascos âmbar, contendo lugol alcalino, para serem analisadas microscopicamente, qualitativa e quantitativamente. Através de um sistema de concentração, foram obtidas amostras concentradas, com células de tamanho maior que 10µm e fixadas em formol que, da mesma forma, serão analisadas em laboratório.

Nutrientes

Durante o cruzeiro foram realizadas as seguintes análises de nutrientes: nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fosfato e silicato. As análises foram feitas por colorimetria utilizando-se um espectrofotômetro portátil FEMTO, seguindo as recomendações de Aminot & Chaussepied (1983). As análises dos nutrientes são de importância capital para ajudar na avaliação do meio ambiente em relação ao desenvolvimento da biomassa fitoplânctonica. Com as concentrações dos nutrientes analisados, calculou-se as razões molares entre o nitrogênio e o fósforo e entre o silício e o nitrogênio, dando uma idéia da demanda biológica por estes nutrientes.

Bio-ótica marinha

Pelo guincho de bombordo do Ary Rongel, dados radiométricos da radiação solar incidente e emergente da coluna de água do mar foram obtidos pelo Hyperspectral Radiometer (Figura 3). Uma bóia radiométrica foi utilizada para a coleta de dados da radiação espectral emergente da água do mar (Figura 4). As medidas foram obtidas em 27 das 30 estações oceanográficas. Os dados radiométricos serão utilizados para calibrar as imagens de satélites, assim como modelar as relações entre a radiação visível na coluna de água e os seus constituintes óticos (clorofila, material dissolvido e material particulado).

Determinação da pressão parcial do CO₂ e pH

Para um melhor entendimento do fluxo de CO₂ e do sistema carbonato oceânico, durante os cinco dias de cruzeiro do projeto PATEX, medidas contínuas da pressão parcial do CO₂, tanto no ar como na água, foram realizadas pelo Analisador de CO₂. Nas estações de amostragem, mediu-se o pH na superfície marinha.

Análise de gases, metais e aerossóis na atmosfera

O procedimento de coleta consiste em alocar três bombas de ar e um medidor de vazão no passadiço que estão ligadas ao Tijupá através de mangueiras de silicone. Cinco tipos de filtros coletores de ar foram utilizados para amostragens: (1) microbiológica; (2) de metais; (3) de DMS (dimetilsulfeto); (4) de gases (SO₂, NO₂, O₃, Btex orgânicos, ácido acético, ácido fórmico); e (5) de aerossóis. A amostragem 5 é a única que não se faz necessário uso de bomba pois o aparato coletor é um amostrador passivo. Nesta caso, o filtro fica protegido por um tubo poroso que

permite que o ar entre no sistema amostrador. As amostragem de 1 a 4 são feitas continuamente, com início no momento que o navio suspendeu da Baía do Almirantado enquanto a amostragem 5 tem duração menor e somente em posições geográficas específicas.

VII – SUGESTÕES PARA O APOIO LOGÍSTICO NAS PRÓXIMAS OPERAÇÕES

O GOAL apresenta as seguintes sugestões para a melhoria dos trabalhos a bordo do Ary Rongel para o Ano Polar Internacional:

Sugestões:

1. Em operações anteriores, o Laboratório a Ré dispunha de sistema que informava as condições ambientais (latitude, longitude, pressão atmosférica, profundidade local, etc). O retorno do monitor resolveria o problema, pois o sinal de vídeo chega ao Laboratório a Ré. Sugerimos o retorno deste sistema para o Ano Polar Internacional.
2. Solicitamos a instalação de câmera de vídeo no convés para que o operador do sistema CTD/Roseta possa visualizar a operação do sistema Roseta/CTD em tempo real. Ou, então, que o sinal de vídeo, disponível no passadiço, seja levado até o Laboratório a Ré.
3. O sistema *slip ring* do guincho oceanográfico usualmente apresenta falhas em operações oceanográficas. Entretanto, não houve problemas durante a Operantar XXV devido à manutenção preventiva realizada no Rio de Janeiro. Sugerimos nova revisão em todo o sistema do guincho (*slip ring*, cabo eletromecânico, ponteira e manilhas) para o Ano Polar Internacional;

Pontos Positivos:

1. Ao contrário de Outubro de 2006 (vinda do Ary Rongel), o espaço físico nos Laboratórios a Ré foi adequado para as atividades do projeto. Nesta estapa, houve substancial melhoria das bancadas do Lab. a Ré (seco) com a colocação dos monitores LCD nas paredes.
2. Ao contrário de Outubro de 2006, o termosalinômetro esteve operante durante todo o cruzeiro. Entretanto, há falhas que podem ser corrigidas facilmente nas próximas operações. A maior é relacionada à instabilidade na gravação dos dados. Desconhece-se ainda a causa deste problema mas pode estar associada à falha do sistema GPS. Seria interessante manter sistema em operação sob co-responsabilidade da tripulação e dos pesquisadores do GOAL nas próximas operações.

Pontos Negativos

1. A EK500 do Ary Rongel continua inoperante. Através do CMG Parente, tomamos conhecimento que o instrumento encontra-se no Rio de Janeiro para avaliação e possível reparo. Seria importante que a EK500 funcionasse nas próximas operações, principalmente com a aproximação do Ano Polar Internacional em que estudos multidisciplinares serão conduzidos no Oceano Austral.

VIII– OUTRAS INFORMAÇÕES

IX – LOCAL, DATA E COMPOSIÇÃO DA EQUIPE COM ASSINATURAS

Dr. Carlos A. E. Garcia (coordenador científico)	Dra. Rosane Gonçalves Ito
Dr. Ricardo C. G. Pollery	MSc. Eduardo Miranda
MSc. Silvana Botta	Oc. Maria José Campos Mello
Oc. Mathias Rucker Van Caspel	Biol. Amábile Ferreira
Biol. Elaine Alves dos Santos	Acad. Ester Shinobu Hansen

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão ao CMG Parente pelo excelente tratamento dispensado aos pesquisadores e pela disposição e empenho permanentes em atingir as metas científicas durante a ida do Ary Rongel até a Antártica. Agradecimentos especiais ao CC Rogério (Cheope), CF (FN) Laser (SeCIRM) e tripulação que esteve diretamente envolvido com os trabalhos do GOAL no convés. Agradecimentos aos oficiais, sargentos e cabos, enfim toda a tripulação do Ary Rongel, pelo agradável convívio durante o transcorrer de todo o trabalho de campo.

Este trabalho não poderia ser realizado sem o profissionalismo e a valiosa cooperação de todos os integrantes do N.Ap.Oc. Ary Rongel. Nossos agradecimentos aos mesmos pela cordialidade e o excelente ambiente de trabalho proporcionado aos pesquisadores.

N.Ap.Oc. *Ary Rongel*, 30 de março de 2007.

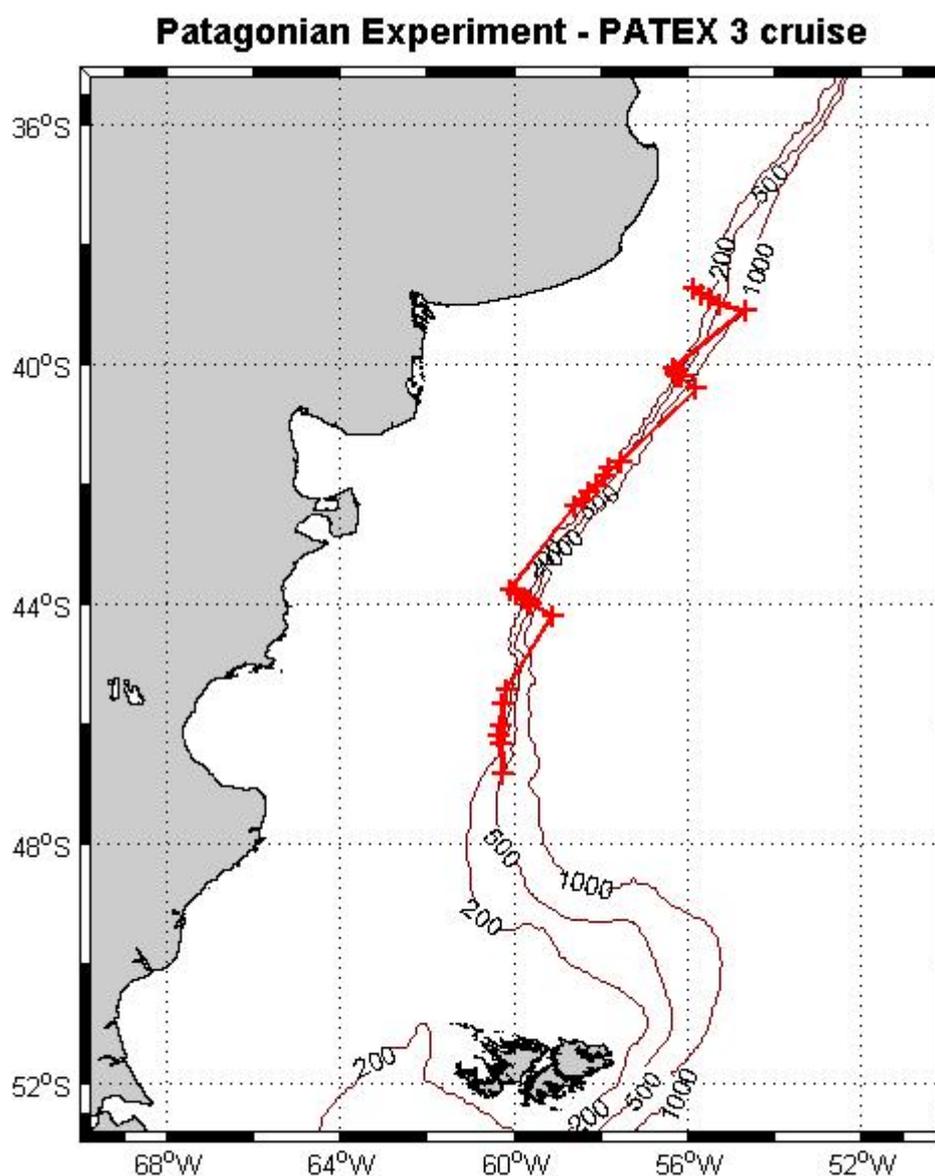


Figura 1. Posições das 30 estações oceanográficas (cruzes vermelhas) do cruzeiro PATEX III, durante a Operantar XXV, sobre mapa batimétrico da região. A linha vermelha contínua representa o trajeto do Ary Rongel.

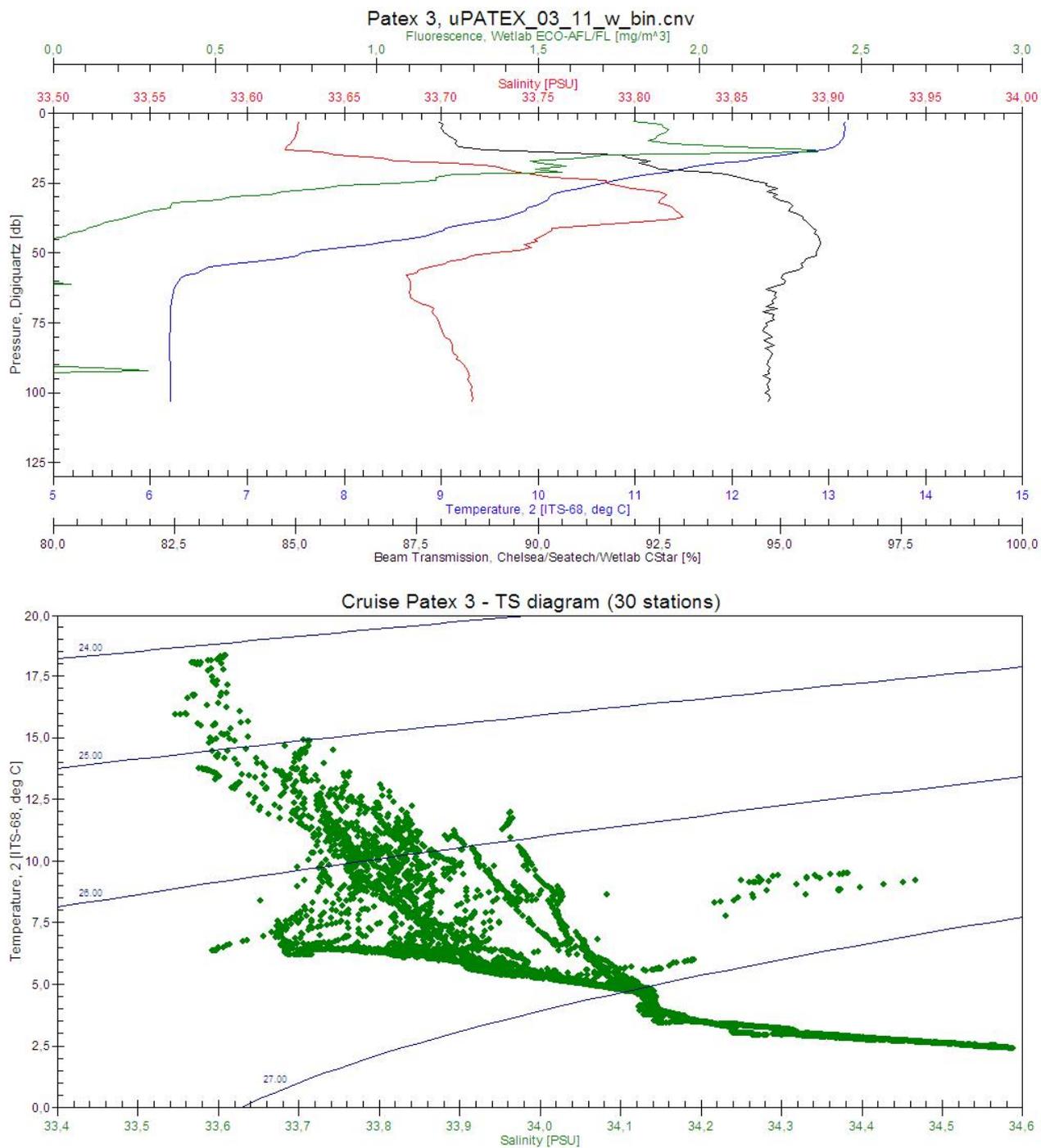


Figura 2. Perfil de temperatura, salinidade, transmitância e fluorescência na estação P311 durante o cruzeiro PATEX III (superior). Diagrama TS mostrando todos os dados termohalinos coletados nas 30 estações oceanográficas (inferior).

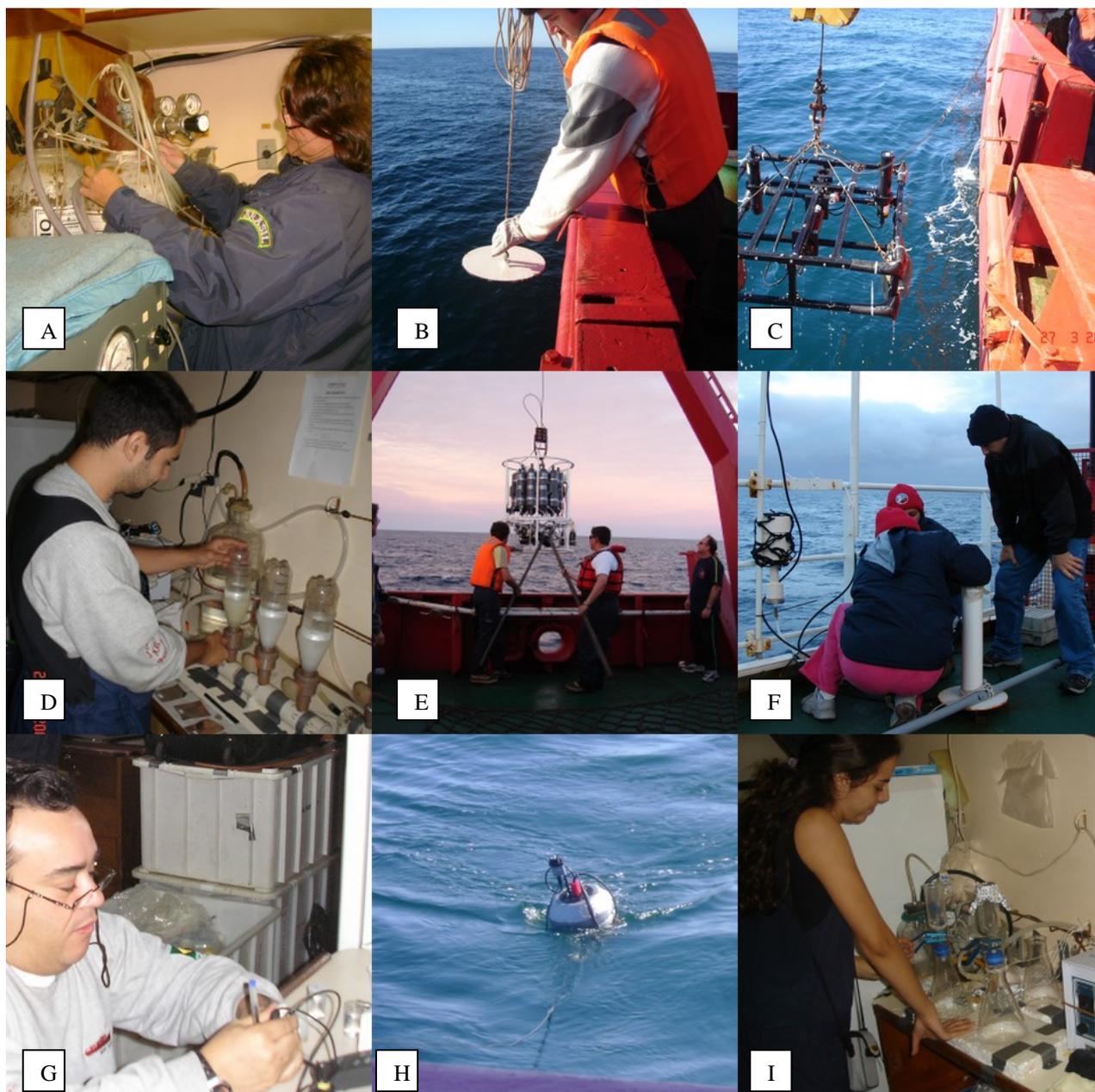


Figura 3. Atividades desenvolvidas durante o cruzeiro PATEX 3. (a) Analisador de $p\text{CO}_2$ no Lab. Úmido; (b) Lançamento do disco de secchi; (c) Lançamento do radiômetro óptico hiperespectral pelo guincho de bombordo; (d) Filtração de água do mar para determinação de concentração de pigmentos no Lab. Úmido; (e) Lançamento do sistema CTD/Roseta pela popa do Ary Rongel; (f) Amostragem de gases atmosféricos no Tijupá do Ary Rongel; (g) Análise de nutrientes no Lab. Seco; (h) Bóia radiométrica lançada pela popa; (i) Sistema de filtração para determinação de absorção de pigmentos e material dissolvido no Lab. Úmido.

Tabela 1 – Estações oceanográficas de CTD e atividades do Cruzeiro PATEX III- 2007, durante o retorno do Ary Rongel - Operantar XXV.

Estação	Data dd/mm/aaaa	Hora (GMT) hh mm	Hora Local hh mm	Latitude	Longitude	Prof M	P. Atm mbar	Vento Dir	Vento Veloc	Tbs oC	Tbu oC	Fito	TSRB Bóia	STOR	Licor	SECCHI m
				gg mm.cm	ggg mm.cm			graus	(nós)					-X	PAR	
P301	25/03/2007	12 28	09 28	-46 20.97	-060 18.12	265	998.0	280	14	16	14	✓	✓	✓	✓	10.5
P301B	25/03/2007	13 23	10 23	-46 20.97	-060 18.12	265	998.0	280	12	16	14	✓	✓	✓	✓	10.5
P302	25/03/2007	15 11	12 11	-46 12.18	-060 20.10	147	999.0	287	10	15	13	✓	✓	✓	✓	12
P303	25/03/2007	17 23	14 23	-46 01.60	-060 17.40	140	1001	288	11	16	13	✓	✓	✓	✓	10.5
P304	25/03/2007	19 59	16 59	-46 50.90	-060 16.30	136	1002.5	300	15	14	11.5	✓	✓	✓	✓	7
P305	25/03/2007	21 50	18 50	-45 39.86	-060 14.50	128	1003.0	300	14	14	11.5	✓	-	-	-	-
P306	25/03/2007	00 03	21 03	-45 26.98	-060 10.34	121	1004.0	320	12	14	11.5	✓	-	-	-	-
P307	26/03/2007	09 54	06 54	-44 11.18	-059 06.35	1635	1011.0	235	14	14	12.5	✓	✓	✓	✓	9
P308	26/03/2007	13 00	10 00	-43 59.36	-059 36.43	900	1011.0	178	04	13.5	11.5	✓	✓	✓	✓	10
P309	26/03/2007	17 13	14 13	-43 56.18	-059 39.70	466	1013.0	206	7	14	12.5	✓	✓	✓	✓	11.5
P310	26/03/2007	19 09	16 09	-43 54.10	-059 43.29	159	1015.0	198	8	14	12.5	✓	✓	✓	✓	10
P311	26/03/2007	21 09	18 50	-43 49.75	-059 55.34	119	1015.0	190	3	14	12.5	✓	✓	✓	✓	10
P312	26/03/2007	22 27	19 27	-43 45.39	-060 05.32	113	1015.0	140	5	14	12.5	✓	-	-	-	-
P313	27/03/2007	09 41	06 41	-42 22.39	-058 35.15	123	1016.0	122	6.5	14	12.5	✓	✓	✓	✓	11
P314	27/03/2007	12 06	09 06	-42 15.76	-058.24.28	141	1016.0	062	8	14	12.5	✓	✓	✓	✓	8
P315	27/03/2007	13 49	10 49	-42 08.00	-058 15.00	142	1015.0	039	12	14	12.5	✓	✓	✓	✓	10
P316	27/03/2007	16 01	13 01	-42 01.96	-058 04.73	228	1014.0	042	4	14	12.5	✓	✓	✓	✓	9
P317	27/03/2007	18 12	15 02	-41 52.16	-057 54.47	151	1016.0	066	8	15	14	✓	✓	✓	✓	10
P318	27/03/2007	19 50	16 50	-41 44.00	-057 46.70	131	1015.0	358	4	13	12	✓	✓	✓	✓	8
P319	27/03/2007	21 57	18 57	-41 37.80	-057 31.40	341	1016.0	031	6	13	12	✓	-	-	-	-
P320	28/03/2007	10 14	17 14	-40 24.30	-055 47.10	1366	1019.0	300	4	13	12	✓	✓	✓	✓	14
P321	28/03/2007	15 03	12 03	-40 12.57	-056 07.00	797	1018.0	323	7	18	16	✓	✓	✓	✓	6.5
P322	28/03/2007	16 49	13 49	-40 12.08	-056 12.29	493	1018.0	305	4	18	16	✓	✓	✓	✓	8
P323	28/03/2007	18 16	15 16	-40 09.33	-056 14.78	260	1019.0	340	8	18	16	✓	✓	✓	✓	7

P324	28/03/2007	19 28	16 28	-40 06.07	-056 15.89	141	1019.0	060	6	18	16	✓	✓	✓	✓	5
P325	28/03/2007	20 45	19 45	-40 03.87	-056 19.13	110	1019.0	060	6	18	16	✓	✓	✓	✓	5
P326	29/03/2007	10 10	07 10	-39 05.00	-054 38.30	870	1017.0	024	5	19	17	✓	✓	✓	✓	9.5
P327	29/03/2007	14 03	11 03	-38 59.60	-055 13.80	667	1014.0	071	10	19.5	17	✓	✓	✓	✓	10
P328	29/03/2007	16 47	13 47	-38 52.70	-055 27.99	323	1012.0	065	11	19	17	✓	✓	✓	✓	12.5
P329	29/03/2007	18 55	15 55	-38 48.78	-055 38.23	112	1011.5	062	9	21	18	✓	✓	✓	✓	14
P330	29/03/2007	21 00	18 00	-38 44.37	-055 49.81	92	1011.0	069	10	12	18	✓	✓	✓	✓	20.5

Obs: Dados da bóia radiométrica (TRSB), do radiômetro hiperespectral (STOR-X) e do radiômetro de superfície (PAR) foram obtidos somente em condições de iluminação adequadas