

# **Relatório Sucinto de Campo**

## **Operação Antártica XXVI**



**Southern Ocean Studies for Understanding  
Global-CLIMATE Issues**

# **SOS-CLIMATE**

**Contribuição brasileira na área de Oceanografia para o  
ANO POLAR INTERNACIONAL**

**IDA DO ARY RONGEL**

**INTERCONF IV**

**e**

**PATEX IV**

**- Outubro de 2007 -**

**Equipe Embarcada:**

Dr. Carlos A. E. Garcia, FURG (coordenador)  
Dra. Virginia Maria Tavano Garcia, FURG  
Dr. Ronald Buss de Souza, INPE  
Dr. Kenny Tanizaki Fonseca, UERJ  
MSc. Carlos César Yoshihiro Otuka Fujita, FURG  
MSc. Leopoldo Rota de Oliveira, FURG  
Oc. Maria José Campos Mello, FURG  
Oc. Joaquim Pereira Bento Netto Júnior, UFPR  
Biol. Amáble Ferreira, FURG  
Biol. Rômulo Ferreira Ferrão, USU  
Acad. Rubens Comin, FURG  
Acad. Amália Maria Sacilotto Detoni, FURG  
Acad. Edgar Shinagawa, USP  
Acad. Carla Nishizaki, USP

FURG : Fundação Universidade Federal do Rio Grande

INPE : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

USU: Universidade Santa Úrsula

USP: Universidade de São Paulo

UERJ: Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UFPR: Universidade Federal do Paraná

# RELATÓRIO SUCINTO DE CAMPO

## I- INTRODUÇÃO

O projeto SOS-CLIMATE, conduzido pelo Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL), está inserido nos seguintes programas internacionais do Ano Polar Internacional (API): (1) Synoptic Antarctic Shelf-Slope Interactions Study (SASSI); (2) Collaborative Research into Antarctic Calving and ICEberg Evolution (CRAC-ICE); (3) Integrated analyses of circumpolar Climate interactions and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean–International Polar Year (ICED-IPY) e (4) Climate of Antarctica and the Southern Ocean – Ocean Circulation Cluster (CASO). As atividades relativas à contribuição brasileira nos programas ICED-IPY e CASO serão parcialmente realizadas durante os cruzeiros oceanográficos em sua trajetória sul para o continente Antártico na região da Confluência Brasil-Malvinas e quebra da plataforma Argentina.

## II – OBJETIVOS DO PROJETO NA FASE DE IDA DO ARY RONGEL

Na região da Confluência Brasil-Malvinas (CBM), encontro das Correntes do Brasil (CB) e Malvinas (CM), pretende-se aumentar o conhecimento do papel desempenhado por vórtices e estruturas similares na transferência de massa, calor e propriedades entre as regiões subantártica e temperada do Atlântico Sul Ocidental. O principal objetivo do trabalho de campo realizado durante a fase de ida do NApOc “Ary Rongel” à Antártica na OPERANTAR XXVI foi *de avaliar os processos de interação entre a camada limite oceânica e atmosférica na região da Confluência Brasil-Malvinas*. Como metas, espera-se:

- Avaliar a estrutura física da troposfera atmosférica, através do lançamento de radiossondas (em balões);
- Avaliar a estrutura física da troposfera oceânica, através do lançamento de XBT's em uma malha de alta resolução;
- Estimar o fluxo de calor entre a atmosfera e o oceano;
- Comparar os resultados sinóticos obtidos nesse cruzeiro com dados prévios das Operações Antárticas XXIII, XXIV e XXV (outubro/novembro de 2004, 2005 e 2006).

Nas regiões da quebra da plataforma e plataforma continental da Argentina, o GOAL conduz estudos multidisciplinares para *elucidar vários aspectos deste importante ecossistema do hemisfério sul, tais como a dinâmica das águas superficiais, a interação da luz com os*

*constituintes da água do mar, os níveis da produção primária, as trocas de gases entre o oceano e a atmosfera e o sistema carbonato na região.* Na **região da quebra da Plataforma Argentina**, estações oceanográficas são ocupadas para realização das seguintes atividades:

- Lançamento do sistema roseta/CTD pelo arco de popa (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, fluorescência, turbidez e luz);
- Lançamento de bóia radiométrica pela popa da embarcação;
- Lançamento de instrumento ótico hiper-espectral que coleta radiação solar incidente/emergente da coluna de água do mar, pelo guincho de bombordo da embarcação;
- Realização de experimentos de produção primária no convôo do Ary Rongel;
- Processamento das amostras de água, coletadas pelas garrafas Niskin da roseta, no Laboratório Úmido, Laboratório seco e Container Laboratório, durante a derrota do navio.

### **III – COMPONENTES DA EQUIPE NO CAMPO**

*Equipe do Projeto:*

Dr. Carlos A. E. Garcia, FURG

Dra. Virginia Maria Tavano Garcia, FURG

Dr. Ronald Buss de Souza, INPE

Dr. Kenny Tanizaki Fonseca, UERJ

MSc. Carlos César Yoshihiro Otuka Fujita, FURG

MSc. Leopoldo Rota de Oliveira, FURG

Oc. Maria José Campos Mello, FURG

Oc. Joaquim Pereira Bento Netto Júnior, UFPR

Biol. Amáble Ferreira, FURG

Biol. Rômulo Ferreira Ferrão, USU

Acad. Rubens Comin, FURG

Acad. Amália Maria Sacilotto Detoni, FURG

Acad. Edgar Shinagawa, USP

Acad. Carla Nishizaki, USP

*Período de Coleta:* 16 a 21 de outubro de 2007.

## IV- APOIO LOGÍSTICO SOLICITADO

### Tarefas solicitadas antes do cruzeiro:

Após a Operantar XXV em março de 2007, entregamos à SECIRM e ao Comando do Ary Rongel, o Relatório Sucinto de Campo denominado *Cruzeiro PATEX III*. No item **VII – SUGESTÕES PARA O APOIO LOGÍSTICO NAS PRÓXIMAS OPERAÇÕES**, encaminhamos o seguinte:

- 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;*

Com relação às solicitações:

Item (1) – Infelizmente, dados sobre as condições ambientais (latitude, longitude, pressão atmosférica, profundidade local, etc) ainda não são disponibilizados *on line* no Laboratório a Ré.

Item (2) - Fomos atendidos no início do cruzeiro. O monitor foi instalado no Laboratório a Ré facilitou bastante o trabalho do operador do sistema CTD/Roseta.

Item (3) - O N.Ap.Oc Ary Rongel demandou do Rio de Janeiro com problemas sérios no slip-ring.

### **Tarefas solicitadas durante o cruzeiro:**

- Instalação dos cilindros de gás "fly balloon" na área da popa do navio, para enchimento dos balões meteorológicos que carregam as radiossondas;
- Instalação da antena receptora de dados das radiossondas na grade do convôo;
- Utilização da área da popa como plataforma de lançamento dos balões meteorológicos;
- Utilização da área da popa como plataforma de lançamento dos XBT's;
- Utilização do laboratório a ré (seco) para a fixação do receptor do sinal das radiossondas.
- Utilização da área de convôo para instalação de incubadora (caixa de acrílico) para medidas de fotossíntese;
- Utilização da bomba do MCA para bombeamento de água para o laboratório a ré;
- Instalação de sistema de torneiras para fluxo de água do mar no laboratório a ré e no convôo;
- Confecção de um adaptador para válvula de cilindro de gás carbônico;
- Conserto (e substituição) da bomba utilizada no termo-salinógrafo;
- Conserto do slip-ring do sistema guincho/cabo eletromecânico do Ary Rongel;

### **Tarefas não-executadas:**

Dentro dos limites geográficos restritos pela ida a Mar del Plata, todas as tarefas foram executadas com dedicação e competência. A operação de lançamento das radiossondas e XBT's foi realizada com enorme sucesso em grande parte devido à ajuda de pelo menos dois tripulantes do navio sempre presentes nas atividades que foram realizadas especialmente na madrugada do dia 16 de outubro de 2007.

As demais tarefas solicitadas à tripulação do Ary Rongel foram executadas com competência e eficiência.

## **V- DIFICULDADES ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS NO ÂMBITO:**

### **a) CIENTÍFICO**

*Slip-ring do guincho principal defeituoso:* o sistema CTD/Roseta – Unidade de Bordo – Computador apresentou problemas na primeira estação oceanográfica. Como recebemos

informação de que a revisão no guincho principal (e conexões) havia sido feita no Rio de Janeiro, extensivos testes foram realizados em todas as conexões do sistema CTD/Roseta e Unidade de Bordo para encontrar o sério problema de conectividade. Tempo precioso foi dispendido e a má qualidade do slip-ring foi detectada somente no 2º. dia de cruzeiro. O conserto do slip-ring e reposição do mesmo no guincho demandou cerca de 16 horas. Consequentemente, não conseguimos amostrar adequadamente a região norte da quebra da plataforma Argentina.

*Bomba do termo-salinógrafo:* a bomba apresentou defeito tendo sido substituída por outra. A ausência de dados do termo-salinógrafo impedirão de calcular os fluxos de CO<sub>2</sub> em certas regiões da plataforma Argentina.

*Interrupção do Serviço de Internet:* no 4º. dia do cruzeiro houve interrupção do acesso à internet, impedindo a inspeção de imagens de satélite para orientação dos locais exatos das estações.

#### b) **LOGÍSTICO**

- Ajuste da malha amostral para lançamento de XBTs e radiossondas, reduzindo o número de lançamentos, devido ao Navio ter que demandar Mar del Plata, estando fora do previsto pelo cronograma da SECIRM

- **Slip-ring** do Guincho principal defeituoso.

- Mal funcionamento do **guincho de bombordo** durante uma das estações, ocasionando danos no *frame* de proteção do radiômetro hiper-espectral. Após esta estação passou-se a usar o guincho de boreste (HIAB).

## **VI – RESULTADOS CIENTÍFICOS PARCIAIS ALCANÇADOS**

### **Região da Confluência Brasil-Malvinas**

#### *Estações de amostragem*

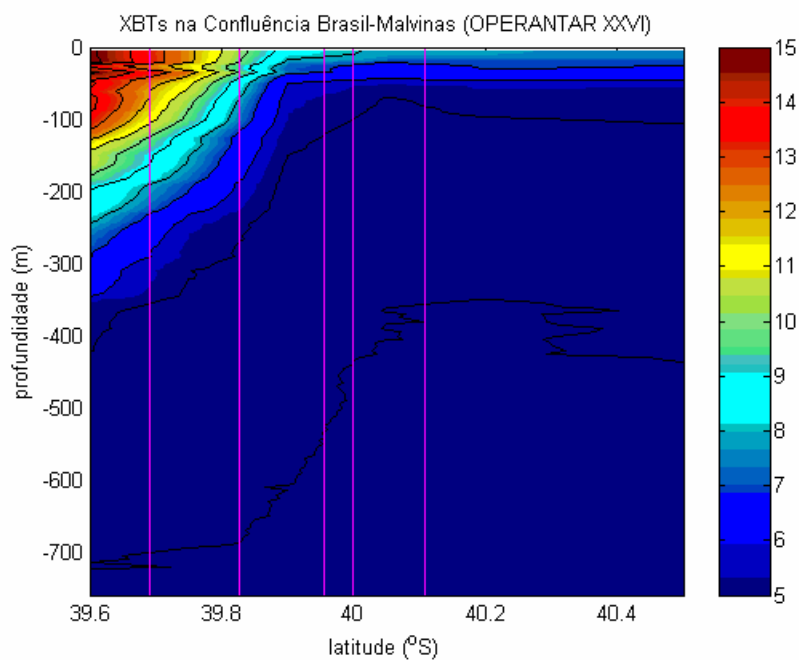
A Figura 1 ilustra a posição das estações de amostragem com XBTs e radiossondas realizadas durante a derrota do NApOc “Ary Rongel” entre 16 e 17 de outubro de 2007.

#### *Perfis com XBT*

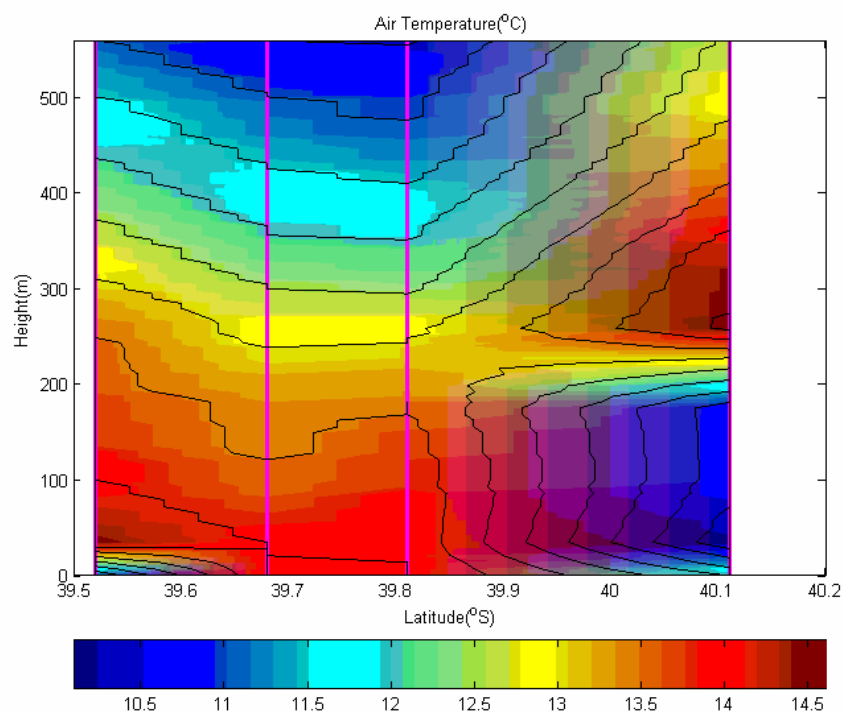
Foram lançados 8 XBT's ao longo da derrota do Navio, entre aprox. 39 °S e 40 °S. A Figura 2 mostra a estrutura térmica obtida a partir destes instrumentos na região amostrada. A figura indica que águas da Corrente do Brasil (CB) e da Corrente das Malvinas (CM) foram devidamente amostradas ao longo da frente oceanográfica. As águas da Corrente do Brasil,







**Figura 2.** Temperatura da água do mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) entre a superfície e 760 m de profundidade medida ao longo da derrota do NApOc “Ary Rongel” a partir dos dados de XBT’s (estações denotadas na Figura 1).



**Figura 3.** Perfil de temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) entre a superfície e 600 m de altura medida ao longo da derrota do NApOc “Ary Rongel” a partir dos dados de radiossondas (estações denotadas na Figura 1).

## **Região da Quebra da Plataforma Argentina**

### *Estações oceanográficas*

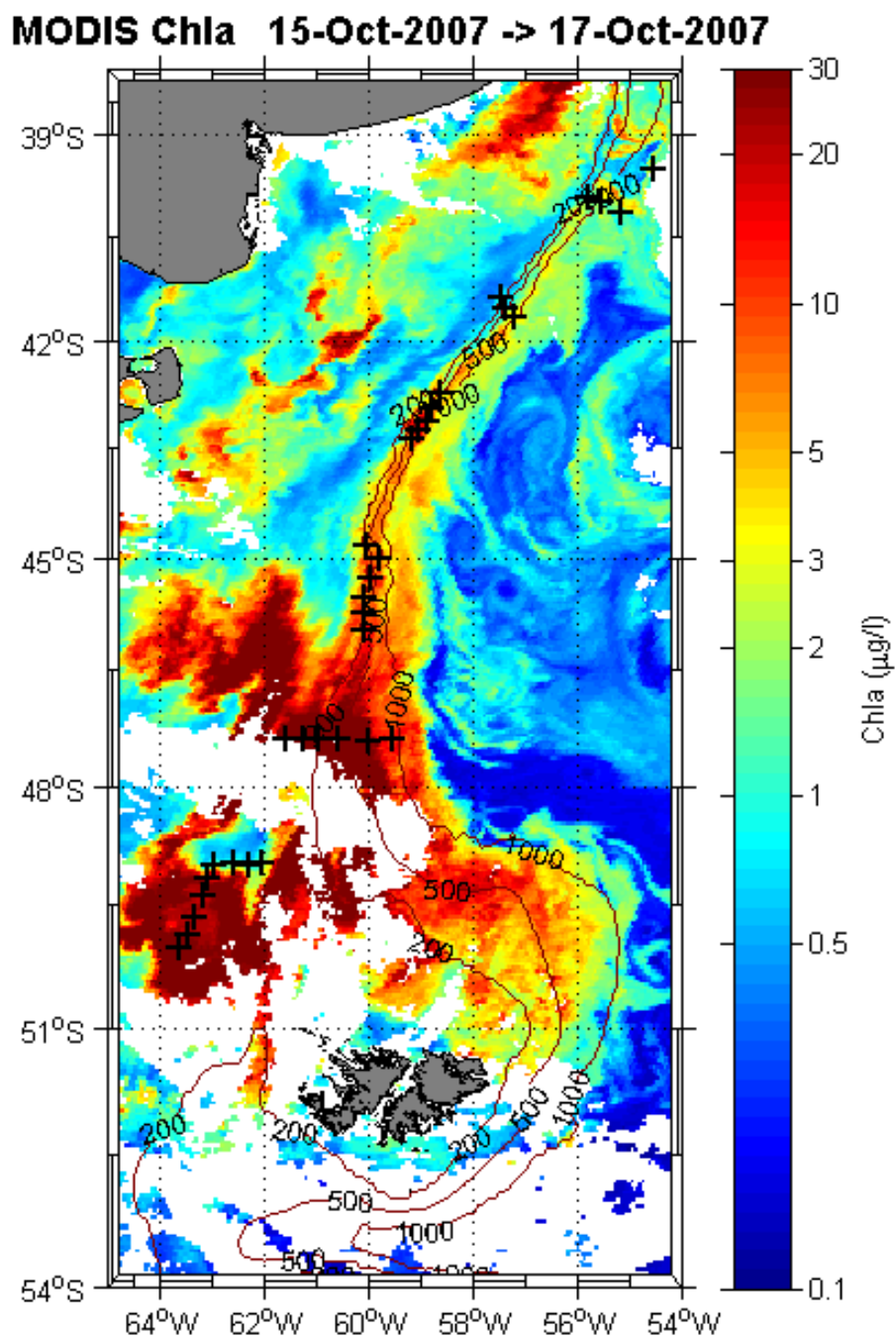
A Figura 4 mostra as localizações das 34 (trinta e quatro) estações oceanográficas ocupadas, entre os dias 16 e 21 de Março de 2007, sobrepostas numa imagem da concentração de clorofila. A localização exata das estações foi definida em função de imagens de satélites que eram transferidas diariamente da GSFC/NASA para o Ary Rongel. Dezenas de imagens da temperatura superficial do mar e da concentração de clorofila foram utilizadas para esta finalidade. 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 primeira estação foi ocupada em águas quentes e salinas do vórtice despreendido da Corrente do Brasil. Nesta estação, tivemos problemas com a transmissão de dados coletados pelo sistema CTD/Roseta –Guincho- Unidade de Bordo. Até a Estação 410, os dados do sistema CTD estão seriamente contaminados pela falha do sistema slip-ring do guincho oceanográfico.

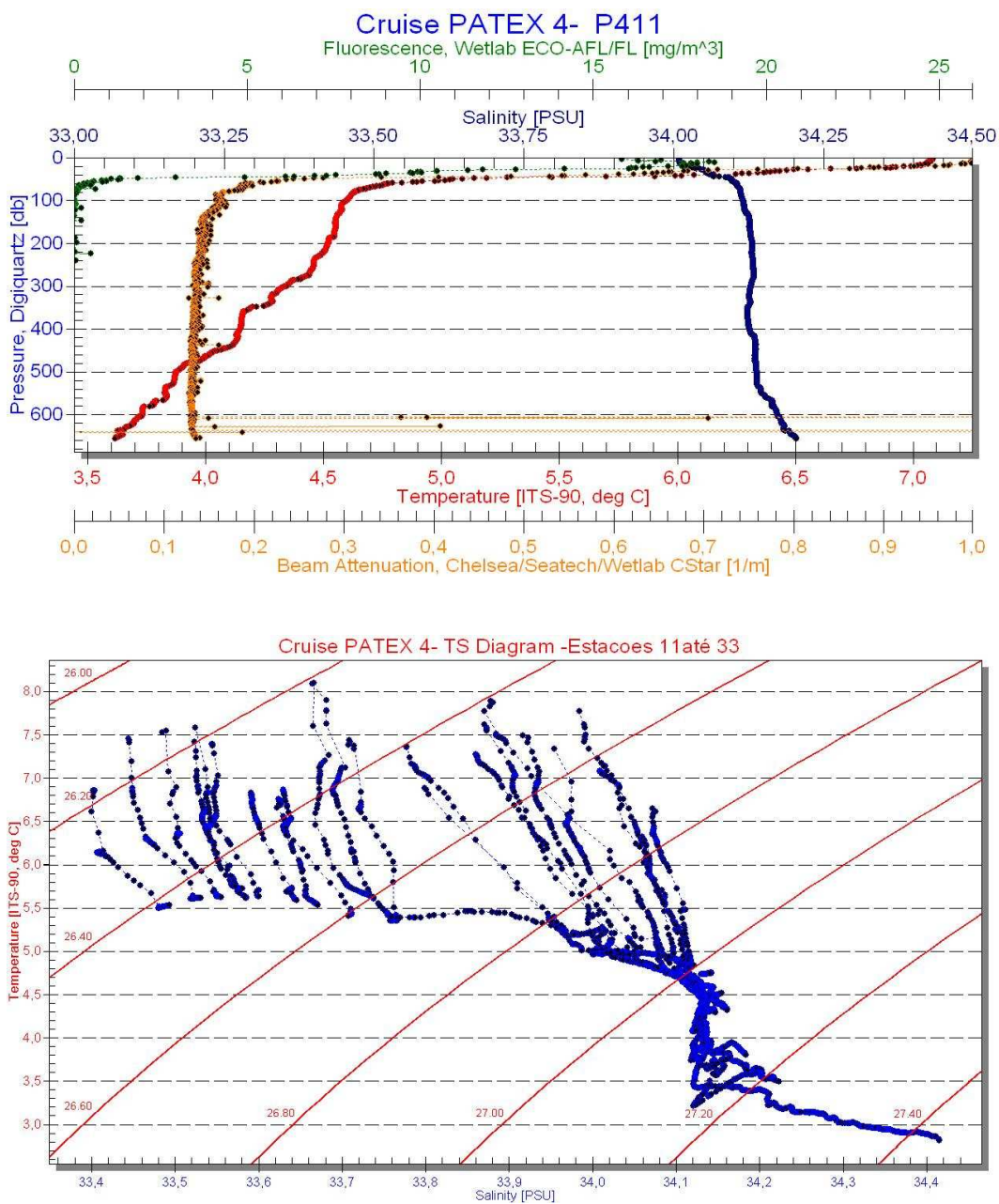
A Figura 5 mostra um exemplo da qualidade dos dados coletados pelo sistema CTD na Estação 414. A Figura 6 mostra o diagrama TS de todos os dados termohalinos coletados entre as Estações 11 e 33. Os dados das outras estações oceanográficas necessitarão de extensiva remoção de ruídos devido ao mal funcionamento do slip-ring do guincho principal.

Análise preliminar do Diagrama TS (Fig 6) evidencia grande variabilidade dos dados termo-halinos ao longo do talude e plataforma Argentina, principalmente nas camadas superiores da coluna de água do mar. Observa-se o decréscimo na salinidade superficial em direção às águas de plataforma. Os sensores de atenuação da luz a 660 nm e da fluorescência estimulada evidenciaram forte floração de fitoplâncton marinho, principalmente na porção sul da região amostrada (ver Figura 4).

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.



**Figura 4.** Posições das 34 estações oceanográficas (+) da fase de ida do Ary Rongel para a Antártica, durante a Operantar XXVI, sobre imagem da concentração de clorofila do sensor MODIS no período compreendido entre 15 a 17 de Outubro de 2007.



**Figura 5.** Perfil de temperatura, salinidade, transmitância e fluorescência na estação P414 durante o cruzeiro PATEX IV (superior). Diagrama TS mostrando os dados termohalinos coletados entre as estações oceanográficas 11 e 33 (inferior).





**Figura 6.** As atividades desenvolvidas durante o cruzeiro (da esquerda para direita): laçamento do radiômetro ótico hiperespectral pelo guincho de bombordo, análises microscópicas, amostragem de gases atmosféricos, coleta de água das garrafas Niskin, leitura de  $pCO_2$ , lançamento de XBTs, fixação da antena receptora de rádio, coleta de dados óticos, incubação para produção primária, lançamento do sistema CTD/Roseta pela popa do Ary Rongel, filtração de água do mar para determinação de concentração de pigmentos; lançamento de radiosondas atmosféricas, análises de nutrientes e trabalho de coleta de água no convés.

### ***Fitoplâncton (incluindo medidas bio-ópticas e medidas de carbono orgânico)***

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, após inspeção do fluorímetro perfilador. Em todas as estações, foram coletadas e pré-processadas (por filtração ou fixação) amostras para determinação dos seguintes parâmetros:

- medidas de concentração de clorofila-a;
- medidas de outros pigmentos fotossintéticos e pigmentos acessórios;
- contagem e identificação celular;
- análise por citometria de fluxo (que identifica e quantifica células fitoplanctônicas de tamanho muito pequeno);
- análise em microscopia eletrônica (algumas estações);
- absorção da luz pelo fitoplâncton, detritos e material orgânico dissolvido e
- medidas de concentração do carbono orgânico particulado e dissolvido.

### ***Pigmentos (Clorofila-a e pigmentos acessórios)***

Para análises de clorofila-a total ( $Cl_{aT}$  - 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. Em superfície e na profundidade de pico de fluorescência (identificado pelo fluorímetro perfilador), foi realizado filtração fracionada para medidas de clorofila-a (separação por classes de tamanho celular do fitoplâncton). Para tanto, as amostras foram sequencialmente filtradas através de filtros de membrana de policarbonato de  $20\mu\text{m}$  ( $Cl_{a20}$ ), e  $2\mu\text{m}$  ( $Cl_{a2}$ ), em duplicata, para obtenção da concentração do pigmento referente às classes de tamanho maior que  $20\mu\text{m}$  ( $Cl_{a20}$ ), entre 20 e  $2\mu\text{m}$  ( $Cl_{a20} - Cl_{a2}$ ) e menor que  $2\mu\text{m}$  ( $Cl_{aT} - (Cl_{a20} + Cl_{a2})$ ). Após a filtragem, todos os filtros foram envolvidos em papel alumínio e acondicionados em freezer e, no fim de cada dia, foram transferidos para o nitrogênio líquido. Em laboratório, as amostras de clorofila-a serão analisadas através de fluorimetria, para cálculo de concentração do pigmento ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). A partir das coletas de superfície e profundidade de pico de fluorescência, foram filtrados cerca de 500 ml, para posterior determinação da concentração de outros pigmentos fotossintéticos, além da clorofila-a, através de Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC).

### *Contagem e identificação do fitoplâncton*

Amostras de superfície, do pico de fluorescência e base da fluorescência, foram coletados cerca de 250ml de amostra, imediatamente transferidos para frascos âmbar, contendo solução de lugol alcalino (fixador e preservante), para serem analisadas através do microscópio, qualitativa e quantitativamente. Através de um sistema de concentração de plâncton (células > 5  $\mu\text{m}$ ), foram concentrados aproximadamente 20 litros de amostra de superfície (e pico, em alguns casos) resultando em aprox. 20 ml. Estas amostras concentradas foram fixadas em formol que, da mesma forma, serão analisadas em laboratório. Um pequeno volume destas amostras foi examinado em microscópio, a bordo do navio, e as células fitoplanctônicas foram documentadas através de fotos e alguns micro-filmes.

A partir de amostras das mesmas profundidades foram retiradas alíquotas de 1,9 ml, fixadas com 130 $\mu\text{l}$  de formalina, acondicionados em tubos criogênicos e mantidas em escuro e temperatura ambiente por 5 minutos, com posterior transferência para nitrogênio líquido. Estas serão posteriormente analisadas por meio de citometria de fluxo.

Em algumas estações, foram coletadas amostras para posterior análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Volumes entre 5 e 15 ml foram filtrados em filtro de polycarbonato de 1 cm de diâmetro (0,2  $\mu\text{m}$  de poro) através de uma seringa. Estes foram então acondicionados em placas de Petri plásticas (recobertas com papel toalha) e imediatamente armazenados em dissecador, com aplicação de vácuo.

### *Absorção da luz pelo material particulado e dissolvido*

Para análises da absorção da luz pelo componente particulado, cerca de 500 ml de água superficial, de pico de fluorescência e profundidade da base do mesmo foram filtradas. Imediatamente após a filtração, os filtros foram colocados em tubos criogênicos e armazenados em nitrogênio líquido. Para determinação dos coeficientes de absorção da luz pelo fitoplâncton e material particulado não-algal, os filtros serão posteriormente processados através de leituras de absorbância em espectrofotômetro de varredura.

Volumes entre 800 e 1500 ml foram filtrados através de filtros de fibra de vidro GF/F de 47 mm de diâmetro e armazenados da mesma forma, para obtenção da concentração do carbono orgânico particulado, por espectrometria de massa (estas análises serão realizadas nos EUA, no Goddard Space Flight Center). Cerca de 100 ml do material resultante de cada filtração foi armazenado em frasco âmbar e mantido em geladeira para futura determinação dos coeficientes de absorção da luz pelo material orgânico dissolvido colorido, por espectrofotometria de

varredura. Alíquotas de 30 ml do mesmo filtrado foram mantidas, em duplicata, em freezer, e serão processadas por meio de espectrometria de massa, para obtenção da concentração do carbono orgânico dissolvido.

#### *Produção Primária (fotossíntese) fitoplanctônica*

Para realização de experimentos de produção primária, amostras foram coletadas em 8 a 9 profundidades com garrafas Niskin: superfície (100% luz) e aprox. 60-70%, 30%, 15%, 7%, 3%, 1,5%, 0,5%. Uma destas profundidades incluiu o pico de max. Clorofila (CLAMAX). A partir da profundidade da zona eufótica, determinada pelo Disco de Secchi ou por visualização do perfil fornecido pelo sensor de PAR (*Photosynthetic Active Radiation* - instrumento on-line no CTD), foram decididas as profundidades nas quais as amostras foram coletadas.

A partir dos níveis aproximados de atenuação de luz (em porcentagem da luz incidente), foram selecionadas as malhas correspondentes aos mesmos níveis, para recobrirem os frascos para incubação. As porcentagens de atenuação de cada malha são mostradas na Tabela 2.



**Figura 7.** Incubadora de acrílico com circulação de água (esquerda e centro) e sensor de luz visível (direita) no convôo.

Três frascos de vidro borossilicato transparentes foram preenchidos com água de cada profundidade selecionada e, em seguida, foram recobertos (2 frascos com a malha correspondente a luminosidade e um com plástico escuro). A seguir, todos os frascos foram inoculados com 1 ml de solução de Bicarbonato de Sódio marcado com Carbono-14, correspondente a aprox. 10  $\mu$ Ci.

Os frascos envolvidos e fechados com bandas elásticas foram levados à incubadora de acrílico, com circulação contínua de água do mar (proveniente de aprox. 5 m de profundidade) sob luz solar, no convôo do navio, em local livre de sombras (Figura 7). A intensidade luminosa



na faixa visível (PAR) foi monitorada durante o período do cruzeiro (incluindo o período de incubação) por um sensor plano Li-cor. O período de incubação foi entre 4 e 5 horas (entre aprox. 08-13h na incubação da manhã e 14-19 h na incubação da tarde), sendo anotados o horário exato de início e final de incubação. Após a incubação, os frascos foram acondicionados em engradado de madeira e cobertos com plástico preto, para interromper a fotossíntese. No laboratório, foram retiradas sub-amostra de 25 ml de cada frasco de incubação, às quais foram adicionadas 6 gotas de formalina. Estas sub-amostras servirão para determinar a radioatividade (quantidade de Carbono-14) incorporada em matéria orgânica, a qual é proporcional à taxa de produção primária.

Os experimentos de produção primária foram realizados nas estações P408, P410, P414, P416, P419, P421 e P427. Detalhes sobre estas estações são mostrados na Tabela 3.

### ***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 fitoplânctônica. Com as concentrações dos nutrientes analisados, calcularam-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. Foram feitas trinta e três estações totalizando trezentas e trinta e três amostras analisadas a bordo do novo laboratório contêiner, onde atendeu plenamente todas as atividades realizadas.

### ***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 Radiômetro Hiper-espectral (ver Fig 6). Uma bóia radiométrica foi utilizada para a coleta de dados da radiância espectral emergente da água do mar. As medidas foram obtidas em 26 das 33 estações oceanográficas (ver Tabela 1). 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 CO<sub>2</sub>, pH, Oxigênio Dissolvido, Alcalinidade Total (AT) e Carbono Inorgânico Total Dissolvido (CT)***

Para determinar a pressão parcial do CO<sub>2</sub> dissolvido, houve uma amostragem e análise contínua nos 7 dias de cruzeiro, alternadamente entre água e ar. Foi utilizado um aparelho Li-Cor-6262, que usa a espectrofotometria como base para quantificar o CO<sub>2</sub> presente na amostra. Nas estações oceanográficas, foram coletadas água em diversas profundidades para análise de pH, AT e CT. As análises de pH ocorreram a bordo logo após a coleta. As amostras de AT e CT foram conservadas em refrigeração para análise posterior em laboratório. Em algumas profundidades, foram coletadas água para determinação do Oxigênio Dissolvido (seguindo a metodologia proposta por Winkler, 1888) para comparação com os dados do CTD.

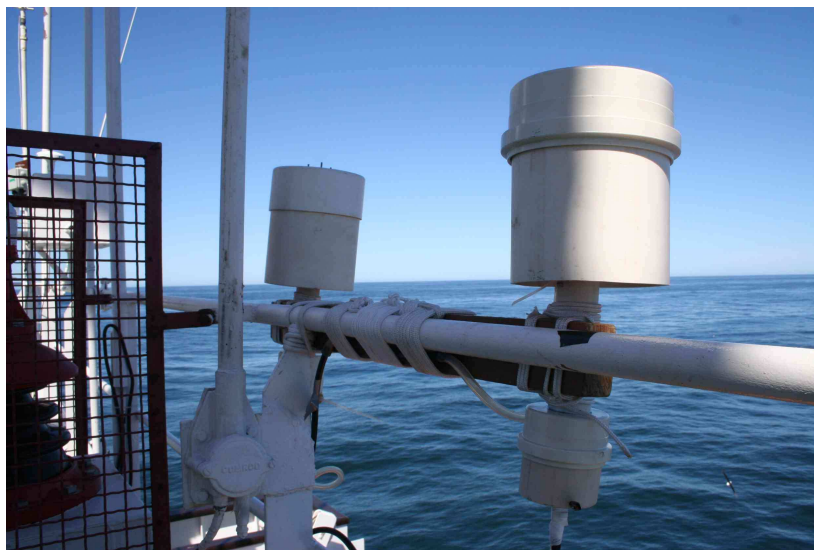
### ***Análise de gases, metais e aerossóis na atmosfera e coluna d'água.***

#### *Aerossóis:*

O procedimento de coleta consiste em alocar três bombas de ar acopladas a integradores de fluxo ou medidores de vazão no passadiço ligadas ao Tijupá através de mangueiras de silicone. Na extremidade são acopladas estruturas de pvc para proteção dos porta filtros para evitar que a salsugem e chuva entrem nos mesmos. Foram utilizados filtros Nuclepore 0,1 µm para análise de ferro, enxofre, cátions e ânions. Uma ampola de vidro com resina para análise de DMS (dimetil-sulfeto). A amostragem foi feita continuamente, com início no momento que o navio saiu da Baía da Guanabara até a proximidade dos portos por onde passou (Rio Grande – RS e Mar del Plata - Argentina) com trocas diárias.



**Figura 8.** Bombas, sistemas integradores de vazão e medidor de fluxo instalado no Passadiço do NApOc Ary Rongel – Operantar XXVI.



**Figura 9.** Sistema de proteção dos porta-filtros instalado no tijupá do NApOc Ary Rongel – Operantar XXVI.



**Figura 10.** Detalhe da ampola de amostragem de DMS (dimetilsulfeto) instalado dentro do sistema de proteção dos porta-filtro.

#### *Amostragem de água:*

A amostragem de água para análise de metais e microelementos foi feita a partir das coletas de profundidade em diversas estações. Foram filtradas alíquotas de 150 mL a 1L, em filtro Nuclepore 0,4  $\mu\text{m}$ . Os filtros, após utilizados, foram acondicionados em placas de Petri e congelados em freezer. As análises serão feitas após o término de toda a campanha.

## VII – SUGESTÕES PARA O APOIO LOGÍSTICO NAS PRÓXIMAS OPERAÇÕES

Após a realização desta fase da Operantar XXVI, e diante dos problemas encontrados, sugerimos :

1. Aquisição IMEDIATA de um novo SLIP-RING para ESTA OPERANTAR. A aquisição é necessária face às péssimas condições do que se encontra instalado no guincho principal e, principalmente, às estações oceanográficas previstas para as outras fases desta Operantar XXVI.
2. 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. Reiteramos a necessidade do retorno deste sistema para o Ano Polar Internacional.
3. Colocação de um exaustor no Laboratório Container devido aos muitos reagentes que lá são manipulados. Sugerimos também um galão embaixo da pia para recolher os reagentes descartados. Salientamos a necessidade de colocação de ar condicionado (quente/frio) para os próximos cruzeiros.
4. Durante a 1ª fase da Operantar XXVI foi observada a necessidade de acoplamento do sistema WINDLOCO no anemômetro eletrônico do navio. Este sistema permite a detecção das ocasiões em que o vento vem de popa e contamina a amostragem localizada próximo à proa. Durante esta campanha ocorreu vento de popa e o desligamento foi feito manualmente com um certo atraso. O WINDLOCO permitiria uma melhor amostragem evitando contaminações e maior precisão nas interrupções. O sistema WINDLOCO foi projetado por pesquisadores do INPE e UERJ. Da mesma forma, o sistema de bombas localizado no passadiço, emite um certo ruído que eventualmente causa um certo desconforto sonoro à tripulação no comando do navio. Seria conveniente a colocação deste sistema no tijupá ou aquisição de bombas de baixo ruído.

**Pontos Positivos:**

1. Instalação do Container Laboratório pela SECIRM no porão superior. Novos instrumentos serão instalados no Laboratório para as próximas fases da operação.
2. Facilidade de acesso à internet durante um período do cruzeiro, possibilitando o acesso a imagens de satélite, que orientaram os pontos de amostragem.
3. O espaço físico nos Laboratórios a Ré foi adequado às atividades do projeto. Houve substancial melhoria das bancadas com a colocação dos monitores LCD nas paredes. Houve melhoria nos armários do Laboratório.
4. Melhoria nos camarotes dos pesquisadores.
5. O termosalinômetro esteve operante durante quase todo o cruzeiro. Os períodos inoperantes estão associados (a) aos problemas de comunicação entre o GPS e a unidade de bordo da SeaBird e (b) à quebra da bomba d'água.
6. A presença diária do Cheop CC Flávio Guimarães no convés do navio que proporcionou trabalho seguro e eficiente nos lançamentos dos instrumentos oceanográficos.
7. O trabalho do Departamento de Máquinas na solução dos problemas encontrados durante a operação dos guinchos.

**Pontos Negativos:**

1. O *slip-ring* do guincho principal estava em péssimas condições. Há necessidade de compra IMEDIATA de novo *slip-ring* para ESTA Operantar XXVI.
2. Dificuldades operacionais no guincho de bombordo.
3. Problemas na bomba do termo-salinógrafo.

**VIII– OUTRAS INFORMAÇÕES**

O sucesso na coleta de dados oceanográficos no convés do N.Ap.Oc. Ary Rongel depende do (a) *guincho principal*, para acionamento do sistema CTD/Roseta e do (b) *guincho de bombordo*, para acionamento de outros instrumentos (ex., radiômetros). Ambos apresentaram problemas durante esta fase que foram contornados devido à eficiência da tripulação. Entretanto, é preocupante o fato de os problemas surgiram na primeira fase da Operantar. No caso do

guincho principal (slip-ring defeituoso), o mal funcionamento ocorreu na primeira estação oceanográfica.

Dados de salinidade e temperatura, obtidos pelo termo-salinógrafo do Ary Rongel, são imprescindíveis para detectar frentes oceânicas e para o cálculo do fluxo de CO<sub>2</sub> na interface mar-atmosfera. O termo-salinógrafo depende do bom funcionamento da bomba de água. A bomba tornou inoperante o termosalinômetro durante parte do cruzeiro.

O caso do guincho principal é preocupante pois a deficiência reside no *slip-ring* que o navio não dispõe de sobressalente. Sugerimos a compra IMEDIATA do slip-ring para ESTA OPERAÇÃO.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão ao CMG Serrado pelo excelente tratamento dispensado aos pesquisadores. Também, pela disposição e empenho permanentes em atingir as metas científicas, no intuito de contornar os dois dias de estações oceanográficas prejudicadas com o defeito do guincho principal. Agradecemos ao seu empenho pessoal na solução do grave problema (slip-ring) do guincho principal, participando ativamente nos trabalhos de convés.

Agradecimentos especiais ao CC Flávio Guimarães (Cheope), CC Antônio Brás (Chemaq), incluindo todo o departamento de máquinas, e aos membros da tripulação que estiveram diretamente envolvidos com os trabalhos do GOAL no convés e na solução dos problemas de infra-estrutura do navio.

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*, 22 de outubro de 2007.

**IX – LOCAL, DATA E COMPOSIÇÃO DA EQUIPE COM ASSINATURAS**

---

Dr. Carlos A. E. Garcia  
(coordenador científico)

---

Dra. Virginia M. T. Garcia

---

Dr. Ronald B. de Souza

---

Dr. Kenny Tanizaki Fonseca

---

MSc. Carlos Fujita

---

Oc. Maria José Campos Mello

---

Oc. Joaquim Pereira Bento Netto Júnior

---

Biol. Amábile Ferreira

---

Acad. Rubens Comin

---

Acad. Amália Maria Sacilotto Detoni

---

Acad. Edgar Shinagawa

---

Acad. Carla Nishizaki

**Tabela 1 – Estações oceanográficas de CTD durante a fase de ida do Ary Rongel à Antártica - Operantar XXVI.  
SOS-CLIMATE (ITERCONF IV e PATEX IV)**

0,

Estação	Data dd/mm/aaaa	Hora	Hora Local hh mm	Latitude ggS mm.cm	Longitude gg W mm.cm	Prof m	P. Atm mbar	Vento Dir graus	Vento	Tbs oC	Tbu oC	Hyper	TSRB Bóia	SECCHI m
		(GMT) hh mm							Veloc (nós)					
Vórtice	16/10/2007	04:57	01:57	-39 31.00	-54 30.00	2980	-	-	-	-	-	-	-	-
* P401	16/10/2007	12 04	09 04	-40 08.45	-55 09.22	1664	1010	348	20	12	11	✓	✓	6
P402	16/10/2007	17 43	14 43	-40 00.00	-55 29.4	1240	1008	330	14	12	11	✓	✓	7
P403	16/10/2007	20 43	17 43	-39 55.00	-55 46.00	963	1008	304	12	14	13	✓	✓	8
**P404	16/10/2007	13 14	10 14	-40 08.52	-55 09.23	119	1009	347	12.3	12	11	✓	✓	13
*** P405	17/10/2007	15 50	12 50	-41 23.30	-57 26.2	452	1008	278	12	10.5	8.5	✓	✓	9
P406	17/10/2007	14 15	11 15	-41 31.14	-57 19.1	602	1008	276	12	11.5	10	✓	✓	9
P407	17/10/2007	22 21	19 21	-41 39.70	-57 10.4	390	1007	289	8	12	11	✓	✓	6
P408	18/10/2007	10 39	07 39	-42 44.00	-58 35.00	500	1010	238	12.6	9,0	8	✓	✓	8
P409	18/10/2007	14 03	11 03	-42 56.52	-58 45.10	1072	1012.5	215	11	10	8	✓	✓	7
P410	18/10/2007	16 46	13 46	-43 06.70	-58 49.7	1270	1013	253	2.1	12	10	✓	✓	9
P411	18/10/2007	20 18	17 18	-43 14.76	-59 00.01	1238	1011	011	9.2	10	8.5	✓	✓	7
P412	18/10/2007	22 18	19 18	-43 22.12	-59 07.73	1141	1010	013	12	9	7	-	-	-
P413	19/10/2007	09 09	06 09	-44 49.50	-60 00.81	240	1001	328	20.3	9	8	-	-	-
P414	19/10/2007	11 20	08 20	-44 59.85	-59 45.00	1040	1000	344	16.5	9.5	8	✓	✓	5
P415	19/10/2007	14 35	11 35	-45 16.26	-59 54.34	599	997	338	12	10	9.5	✓	✓	9
P416	19/10/2007	17 18	14 18	-45 31.20	-60 02.1	344	996	358	10	10	9	✓	✓	10
P417	19/10/2007	20 15	17 15	-45 44.70	-60 01.9	470	995	311	11	9	9.5	✓	✓	5
P418	19/10/2007	22 27	19 27	-45 57.85	-60 02.99	524	995	321	9.8	9	8	-	-	-
P419	20/10/2007	09 05	06 05	-47 23.00	-59 29.00	1067	993.5	333	9.5	8	6	✓	✓	4
P420	20/10/2007	12 20	9 20	-47 26.00	-59 56.6	730	994	0	0	9.5	8.5	✓	✓	6



P421	20/10/2007	15 24	12 24	-47 24.36	-60 32.5	474	9935	194	3.4	9.5	8.5	✓	✓	4
P422	20/10/2007	17 59	14 59	-47 23.42	-60 53.64	245	995	200	11.6	10.5	9	✓	✓	9
P423	20/10/2007	19 40	16 40	-47 23.40	-61 13.4	141	995	209	18.6	10.5	9	✓	✓	12
P424	20/10/2007	21 30	18 30	-47 23.83	-61 33.06	137	997	239	9	6	6	✓	✓	-
P425	21/10/2007	09 20	06 20	-48 59.00	-62 00.4	143	1000	228	18	9	8	✓	✓	7.5
P426	21/10/2007	11 20	08 20	-48 59.40	-62 15.6	149	1002	226	7.4	8	7	✓	✓	8
P427	21/10/2007	13 19	10 19	-48 58.70	-62 31.6	142	1003	248	15.6	8	6.5	✓	✓	8.5
P428	21/10/2007	15 58	12 58	-48 59.44	-62 53.85	139	1004.5	257	12.4	9	7.5	✓	✓	7.5
P429	21/10/2007	17 33	14 33	-49 09.72	-63 02.72	145	1005	247	8.4	9	7.5	✓	✓	5
P430	21/10/2007	19 30	16 30	-49 23.20	-63 07.1	140	1004	297	4.9	9.5	9	✓	✓	6.5
P431	21/10/2007	21 20	18 20	-49 38.40	-63 16.2	142	1004	238	11.3	9.5	8	✓	✓	4
P432	21/10/2007	23 00	20 00	-49 51.99	-63 25.02	142	1003	120	12	9.5	8	-	-	-
P433	21/10/2007	01 00	22 00	-50 01.60	-63 34.3	140	1002	016	16	8	6.5	-	-	-

## OBSERVAÇÕES:

\* Os dados desta linha referem-se à estação 401-2.

\*\* Os dados de latitude e longitude anotadas pelo Leopoldo na planilha foram: LAT: -41 14.32 S e LON: -57 24.63 W

\*\*\* As coletas para alguns parâmetros desta estação mostram anotados 404-B.

**Tabela 2.** Porcentagem de redução da Luz Incidente de cada malha

<i>Nome da malha</i>	<i>% de redução de luz</i>
<i>N10</i>	<i>79 %</i>
<i>N9</i>	<i>72 %</i>
<i>N8</i>	<i>51 %</i>
<i>N7</i>	<i>49 %</i>
<i>N6</i>	<i>42 %</i>
<i>N5</i>	<i>33 %</i>
<i>D</i>	<i>26,6 %</i>
<i>N4</i>	<i>20 %</i>
<i>H</i>	<i>17,2 %</i>
<i>N3</i>	<i>11 %</i>
<i>4</i>	<i>8 %</i>
<i>F</i>	<i>7,2 %</i>
<i>N2</i>	<i>3,6 %</i>
<i>5</i>	<i>3,1 %</i>
<i>J</i>	<i>1,1 %</i>
<i>N1</i>	<i>0,8 %</i>
<i>G</i>	<i>0,5 %</i>

**Tabela 3.** Detalhes de horários e profundidades amostradas nos experimentos de Produção Primária – PATEX IV

Estação	Profundidades (m)	Data de coleta
P-402	Superfície	16/10/2007
P-403	Sup.; 5; 15; 30; 46; 70; 100 e 200	16/10/2007
P-404	Superfície	17/10/2007
P-406	Superfície	17/10/2007
P-407	Superfície (com replicata)	17/10/2007
P-410	Sup.; 5; 10; 20; 34; 48; 68; 82	18/10/2007
P-418	Sup.; 5; 15; 25; 35; 50; 75 e 150	19/10/2007
P-423	Sup.; 5; 15; 30; 40; 60; 70 e 103	20/10/2007

**SOS-CLIMATE**  
**1a. FASE - OPERANTAR XXVI**  
**Outubro 2007**

