

3. RESULTADOS ALCANÇADOS

3.1 – METEOROLOGIA

Foram realizadas observações meteorológicas nos horários sinóticos principais e intermediários. Nos horários sinóticos principais, foram transmitidas as mensagens SHIP (modelo DHN-5938-3). Os modelos DHN-5934-3 (Registro Meteorológico FM 13-XI SHIP) constituem o **Apêndice I**; as planilhas contendo os principais parâmetros e as versões digitais dos modelos supracitados estão arquivadas nas pastas Planilhas Meteorológicas e Registros Meteorológicos, respectivamente, compondo o **Anexo C**.

A tabela a seguir sumariza o desempenho global dos prognósticos e perspectivas ao longo da Comissão, atinentes às pernasas Rio de Janeiro – Fortaleza, Fortaleza – Natal e Natal –Rio de Janeiro:

ESTATÍSTICA DAS COMPARAÇÕES DOS BPME COM OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS DURANTE TODA A COMISSÃO							
PREVISÃO PARA 24 HORAS							
Parâmetro	Total	correta	%	aceitável	%	incorreta	%
Cobertura de nuvens	84	39	46%	36	43%	9	11%
Ondas – alt. Signif.	42	42	100%	0	0%	0	0%
Ondas – direção	42	18	43%	20	48%	4	9%
Precipitação	85	37	44%	3	3%	45	53%
Temperatura do Ar	85	85	100%	0	0%	0	0%
Vento – direção	85	60	71%	21	25%	4	4%
Vento – intensidade	85	53	62%	26	31%	6	7%
Visibilidade	85	73	86%	10	12%	2	2%
Total geral	593	407	69%	116	20%	70	11%

PREVISÃO PARA 48 HORAS

Parâmetro	Total	correta	%	aceitável	%	incorreta	%
Cobertura de nuvens	84	47	56%	33	39%	4	5%
Ondas – alt. Signif.	41	41	100%	0	0%	0	0%
Ondas – direção	41	19	46%	19	46%	3	8%
Precipitação	85	37	44%	3	4%	45	52%
Temperatura do Ar	85	85	100%	0	0%	0	0%
Vento – direção	81	54	67%	23	28%	4	5%
Vento – intensidade	81	53	65%	21	26%	7	9%
Visibilidade	81	68	84%	13	16%	0	0%

Total geral	579	404	70%	112	19%	63	11%
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

ESTIMATIVA PARA 72 HORAS

Parâmetro	Total	correta	%	aceitável	%	incorreta	%
Cobertura de nuvens	84	50	60%	25	30%	9	10%
Ondas – alt. Signif.	42	39	93%	3	7%	0	0%
Ondas – direção	40	23	58%	9	23%	8	19%
Precipitação	85	41	48%	1	1%	43	51%
Temperatura do Ar	85	84	99%	0	0%	1	1%
Vento – direção	85	60	71%	22	26%	3	3%
Vento – intensidade	85	37	44%	39	46%	9	10%
Visibilidade	85	71	84%	13	15%	1	1%

Total geral	591	405	69%	112	19%	74	12%
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

No **Anexo C** foram juntadas as avaliações das Previsões Meteorológicas Especiais (PME) recebidas. Observa-se índice de previsões corretas e/ou aceitáveis da ordem de 90 % ao longo de todo o período de validade das previsões (24 e 48 horas), bem como para a estimativa de 72 horas. Essa consistência temporal permitiu, nas ocasiões em que o Boletim de Previsão Meteorológica Especial não foi recebido a tempo de ser utilizado nos *briefings* meteorológicos, utilizar, com confiança, os prognósticos anteriores.

Os parâmetros precipitação e direção de onda apresentaram o maior percentual de previsões incorretas (da ordem de 50 % e 15 %, respectivamente).

Para os fatores de maior impacto para a operação do Navio, intensidade do vento e altura significativa das ondas, os índices de previsões corretas e/ou aceitáveis mantiveram-se acima de 95 %.

Em vista da confiabilidade apresentada e do maior detalhamento, quando comparado às informações constantes do METEOROMARINHA, a Previsão Meteorológica Especial constituiu-se em elemento fundamental para o controle da ação planejada ao longo de toda a comissão.

Paralelamente à PME, foi solicitada ao CHM, pela MSG R-051223Z/MAR/09, a elaboração de Auxílios à Decisão (AADD), a fim de subsidiar o Controle da Ação Planejada para o recolhimento/lançamento das boias tipo ATLAS.

Os AADD mostraram-se bastante úteis por permitirem identificar a ocorrência de “janelas” com condições favoráveis ao lançamento/recolhimento de boias ATLAS, possibilitando ao Navio optar pela melhor linha de ação no planejamento da seqüência de manutenção das mesmas, permitindo o cumprimento da missão com segurança. A apresentação dos mesmos em forma de meteograma / ondograma também se mostrou bastante eficaz, por propiciar ao Comando uma noção mais precisa das condições meteorológicas que se apresentariam para a consecução das fainas.

3.2 - OCEANOGRAFIA

3.2.1 - Perfilagem Vertical

3.2.1.1 - Lançamentos de CTD-Rosette

Seguindo orientações dos pesquisadores embarcados e a fim de possibilitar comparações com os dados coletados pelos sensores da linha de fundeio das boias ATLAS, foram realizados lançamentos do conjunto CTD-Rosette, nas proximidades dos pontos de fundeio das boias.

Em duas estações CTD-Rosette, não foi possível atingir 90% da profundidade local: na correspondente à boia 3, situada na região da Cordilheira Meso Atlântica, de relevo submarino bastante irregular, e a correspondente à boia 4, em função da intensidade da deriva do Navio; nesta última, mesmo tendo sido pagos 4.191 metros de cabo, o equipamento somente atingiu a profundidade de 3.612 metros.

Duas estações foram realizadas antes do recolhimento das boias e respectivos dispositivos de fundeio, em virtude do horário de chegada do Navio à área de interesse – na madrugada. Nas demais estações, às quais o Navio chegou durante o período de iluminação, os trabalhos se iniciaram pelo recolhimento das boias e respectivos dispositivos de fundeio, com vistas a uma maior segurança na condução das manobras de peso e minimizar a fadiga do pessoal envolvido.

Em virtude de condições meteorológicas favoráveis e no intuito de melhor detalhar as feições oceanográficas associadas à dinâmica da circulação no Atlântico Tropical, o Navio conseguiu realizar estações intermediárias entre as boias do meridiano de 038° W até a profundidade de 1.000 metros. Nesse aspecto, ressalta-se a conveniência, em termos operacionais, de essas estações não estarem atreladas à realização das fainas relativas à manutenção das boias. O fator mais relevante na decisão de se realizarem ou não estações intermediárias são as condições meteorológicas e seu prognóstico, fornecidos por meio do Boletim de Previsão Meteorológica Especial (BPME) e acompanhados diariamente pelo Navio, nos *briefings* meteorológicos.

Os arquivos gerados foram entregues aos pesquisadores do INPE embarcados para análise e comparações posteriores.

3.2.1.1.1 - Configuração dos Equipamentos

A tabela abaixo sumariza os sensores e equipamentos CTD utilizados durante a Comissão:

Estações (PIRA)	Sensores				OD	P	Arquivo de configuração
	primários		secundários				
	T	C	T	C			
001 a 008	2896	1499	2500	3181	1345	104455	9P46375_0881.con
009							9P46375_0881_a.con

A aquisição dos principais parâmetros físicos da água (temperatura e salinidade) em duplicidade possibilita a elaboração de gráficos comparativos entre os dados obtidos pelos sensores, o que se constitui em um importante fator de acompanhamento e avaliação preliminar da qualidade dos dados durante sua aquisição em tempo real, bem como posterior processamento e validação dos mesmos, no CHM. As cópias das fichas de calibração dos sensores do CTD constituem o **Anexo D**.

3.2.1.1.2 - Procedimentos

O pré-processamento dos dados coletados pelo CTD consistiu das seguintes operações:

- a) Conversão dos arquivos de dados para ASCII – DATCNV;
- b) Alinhamento temporal dos parâmetros adquiridos, em relação à pressão – ALIGN CTD;
- c) Eliminação dos dados que apresentaram grandes variações ou falhas em sua transmissão – WILDEDIT;
- d) Filtragem das variáveis pressão e condutividade com filtros passa-baixa – FILTER;
- e) Correção das variações de massa sofrida pela célula de condutividade devido ao acréscimo de pressão – CELLTM;
- f) Obtenção das variáveis de temperatura potencial, salinidade, densidade sigma- θ – DERIVE;
- g) Eliminação de dados que apresentaram inversões na pressão ou valores mínimos de velocidade durante a perfilagem – LOOPEDIT;
- h) Cálculo das médias dos dados – BINAVG;

- i) Seleção das variáveis a serem exportadas bem como a ordem das respectivas colunas de dados – STRIP;
- j) Separação dos dados coletados na descida e na subida – SPLIT; e
- k) Geração de arquivos identificando o fechamento das garrafas – BOTSUM.

A coleta de amostras d'água foi efetuada durante a subida do conjunto CTD/ROSETTE, buscando atingir os níveis abaixo descritos:

1. na superfície (3 a 5 metros);
2. próximo ao final da camada de mistura;
3. próximo ao início da termoclina;
4. no meio da termoclina;
5. próximo ao final da termoclina;
6. próximo ao início da camada profunda;
7. no meio da camada profunda; e
8. na profundidade final de coleta.

Para tal, em função da profundidade da estação e das características oceanográficas da região, foi adotado o seguinte critério:

- a) até 100 m de profundidade: 4 níveis (na superfície e na profundidade final de coleta, quando o perfil vertical de temperatura apresentou somente feições de camada de mistura);
- b) entre 100 e 1.000 m de profundidade: 6 níveis (na superfície, no final da camada de mistura, no início da termoclina e na profundidade final de coleta, quando o perfil vertical de temperatura apresentou somente feições de camada de mistura e termoclina);
- c) acima de 1000 metros de profundidade: nos 8 níveis acima descritos.

Estão sendo encaminhadas 18 amostras de água do mar coletadas, referentes à Comissão PIRATA BR XI / AQUIPESCA, **Apêndice VII**, para a determinação de suas salinidades por um salinômetro de laboratório, tendo sido gerado um arquivo contendo os valores de salinidade obtidos pelo CTD para cada garrafa disparada (BOTSUM) **Anexo L**, outro contendo valores de salinidade calculados a bordo por um salinômetro portátil *Guildline* 8410A, **Anexo L1** e um terceiro, contendo a comparação entre os dados obtidos por ambos os sensores, **Anexo L2**.

Foi efetuada análise do oxigênio dissolvido em 63 amostras de água coletadas, observando-se o previsto na minuta de Instrução Técnica para Análise do Oxigênio Dissolvido. Após as análises de oxigênio dissolvido e o cálculo do percentual de saturação, os valores calculados foram lançados nos campos próprios do formulário DHN-6212-3, **Apêndice III**, e no **Anexo G**.

3.2.1.1.3 – Ocorrências

Foram observadas as seguintes irregularidades durante realização das estações oceanográficas:

PIRA001	Ocorreu a necessidade de reensarilhamento do cabo devido à troca do tambor, ainda no Rio de Janeiro. Foram reensarilhados 4150 metros. O cabo eletromecânico foi todo reensarilhado somente na estação PIRA002.
PIRA002	As garrafas nº 2 e 3 foram disparadas, porém não fecharam. O sensor de oxigênio dissolvido apresentou aquisição ruidosa a partir de 2600 metros, tanto na descida quanto na subida.
PIRA004	Ocorreu um <i>spike</i> de pressão por volta de 2200 metros. Devido à ocorrência frequente desse tipo de erro nas estações, completou-se o nível de óleo do CTD.
PIRA005	A garrafa nº 4 foi disparada, porém não fechou.
PIRA009	Ocorreu um erro no <i>software</i> de aquisição (Seasave), levando à necessidade de reinstalação do programa. Nessa ocasião, foi realizada uma modificação no arquivo de configuração do CTD, foram desabilitados canais de frequência que não estavam sendo utilizados. Percebeu-se, durante a descida do equipamento, que houve uma diminuição sensível de ruído durante a aquisição de dados por parte do sensor de oxigênio dissolvido. Por ocasião da subida, a 3800 metros de profundidade, a polia do arco de popa começou a “cantar”.

Além das ocorrências citadas, as seguintes discrepâncias foram observadas após o lançamento dos dados e visualização dos mesmos, na planilha digital de registros de dados físicos e químicos das estações oceanográficas DHN-6212-3, versão 2.3 - 2006:

CAMPO	DISCREPÂNCIA
Hora / minuto	Em virtude de aproximação, ao décimo da hora, é apresentada variação de até 3 minutos.
Temperaturas	A planilha digital despreza o décimo de grau Celsius.
Pressão	A planilha digital despreza os décimos na pressão barométrica.
Vagas PW - HW	Quando é cadastrado PW= 00 HW= 00, o sistema somente cadastra PW= 00 e HW fica em vazio.

3.2.1.2 - Lançamentos de XBT

Os Registros de Observações Batitermográficas (DHN-6227-4) dos lançamentos efetuados constituem o **Apêndice IV**. A tabela abaixo sumariza as irregularidades observadas durante a Comissão:

LANÇAMENTO	ARQUIVO	IRREGULARIDADES
001	***	Houve erro no funcionamento do <i>software</i> MK-21, congelamento e perda do arquivo.
030	T7\$0029d. RDF	Houve falha de isolamento do fio condutor a partir de 254 m. Foi efetuado um novo lançamento.

Além das ocorrências citadas, as seguintes discrepâncias foram observadas durante consulta, após o lançamento dos dados e visualização dos mesmos, na planilha digital de registro de observações batitermográficas, DHN-6227-4, versão 2.3 - 2006:

CAMPO	DISCREPÂNCIA
Hora / minuto	Em virtude de aproximação, ao décimo da hora, é apresentada variação de até 3 minutos.
Vento (FF)	Em virtude de conversões sucessivas da intensidade do vento, de nós para m/s e de m/s para nós, os valores são diferentes dos cadastrados.
Temperaturas	A planilha digital despreza o décimo de grau Celsius.
Pressão	A planilha digital despreza os décimos na pressão barométrica.
Vagas (PW – HW)	Quando não se é possível observar as vagas e não é lançado nenhum valor no campo correspondente, é apresentado valor “0 m” para altura, no campo da vagas.
XBT - tipo de <i>probe</i>	Não há a opção “sistema MK-21”.

A tabela abaixo sumariza o gasto de *probes* ao longo da Comissão:

XBT/TIPO	RECEBIDOS	UTILIZADOS	INUTILIZADOS	A BORDO
Sippican T-4	0	1	0	31
Sippican T-5	0	1	0	77
Sippican T-7	0	35	2	8
TOTAL	0	37	2	116

3.2.1.3 - Aquisição de dados com o ADCP

A aquisição dos dados foi feita com o software VMDAS 1.3, utilizando-se o arquivo de inicialização “PIR_ADU5_COM_BT.ini” e o arquivo de configuração “DHNBB76.txt”. Tal configuração permite que o equipamento opere automaticamente em *bottom track* e *navigation* mantendo um intervalo de transmissão de 3 s.

Os dados de posição utilizados pelo ADCP são fornecidos por um GPS

científico ADU5, da *Thales Navigation*. Trata-se de um sistema mais preciso, baseado na determinação tridimensional da posição e atitude, obtendo-se medidas de ângulo de proa, balanço e caturro, com posição e velocidade exatas, para plataformas estáticas e dinâmicas. Fisicamente, o sistema consiste num receptor com 4 antenas, com capacidade de selecionar os oito melhores canais por receptor, em função dos valores de PDOP (Diluição da Precisão da Posição). A exatidão esperada do posicionamento é de 2 metros, enquanto que ângulos de atitude são fornecidos com precisão de 1 milirradiano ou menos, em tempo real, a uma taxa de atualização de 5 Hz.

Observou-se, durante a subida do Navio, rumo à boia 1, no meridiano de 038° W, em função de condições adversas de mar – ventos de E/NE superiores a 15 nós e ondas de NE/N de até 2,0 metros – uma degradação acentuada na capacidade de perfilagem de correntes: foram obtidos dados válidos até a profundidade média de 100 metros, no trecho em questão. Na descida do Navio, em situação de mar de popa, a aquisição de dados se deu até a profundidade de 200 metros, aproximadamente.

Os arquivos gerados constam do **Apêndice VI** e as planilhas de acompanhamento constituem o **Apêndice II**.

3.2.1.3.1 – Ocorrências

Foram observadas as seguintes irregularidades:

ARQUIVOS	IRREGULARIDADES
PIR001	Arquivo interrompido antecipadamente devido à mudança de rumo maior que 30°.
PIR002	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch</i> e <i>roll</i> .
PIR003	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch</i> e <i>roll</i> .
PIR007	Aquisição interrompida para evitar interferência na operação do liberador acústico na faina de recolhimento da boia “ATLAS”.
PIR016	Arquivo interrompido antecipadamente em função da profundidade local inferior a 50 metros.
PIR021	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch</i> e <i>roll</i> .
PIR027	Aquisição interrompida para evitar interferência na operação do liberador acústico na faina de recolhimento da boia “ATLAS”.
PIR028	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch</i> e <i>roll</i> .
PIR029	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch</i> e <i>roll</i> .
PIR031	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada perda de comunicação entre o computador de aquisição e a <i>Deck Unit</i> .
PIR034	Aquisição interrompida para evitar interferência na operação do

	liberador acústico na faina de recolhimento da boia “ATLAS”.
PIR035	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch e roll</i> .
PIR036	Interrompido devido a uma perda do sinal do ADCP, mensagem “ <i>Checking Cable</i> ” .
PIR037	Aquisição interrompida para evitar interferência na operação do liberador acústico na faina de recolhimento da boia “ATLAS”.
PIR039	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch e roll</i> .
PIR041	Interrompido devido a uma perda do sinal do ADCP, mensagem “ <i>Checking Cable</i> ” .
PIR042	Aquisição interrompida para evitar interferência na operação do liberador acústico na faina de recolhimento da boia “ATLAS”.
PIR045	Interrompido devido a uma perda do sinal do ADCP, mensagem “ <i>Checking Cable</i> ” .
PIR046	Arquivo interrompido antecipadamente por ter sido observada ausência de dados de <i>heading, pitch e roll</i> .
PIR048	Aquisição interrompida para evitar interferência na operação do liberador acústico na faina de recolhimento da boia “ATLAS”.
PIR051	Arquivo interrompido antecipadamente em função da profundidade local inferior a 50 metros.

3.2.2- Perfilagem Horizontal

3.2.2.1 - Aquisição de dados com o Termossalinógrafo

O Termossalinógrafo SBE 21 recebe informações do formato NMEA-183 do GPS TRIMBLE NT 200D. As tabelas abaixo sumarizam os sensores utilizados bem como as irregularidades ocorridas durante a Comissão:

Arquivos (PIR_)	Sensores			Arquivo de configuração
	primários		secundário	
	T	C	T	
001 a 025	2130	2130	XXXX	2130.con

Foram observadas as seguintes irregularidades:

ARQUIVOS	IRREGULARIDADES
PIR_1	Arquivo interrompido devido à perda de comunicação do sensor com o programa de aquisição.
PIR_2	Arquivo interrompido devido à queda de energia.
PIR_9	Arquivo interrompido antecipadamente em função da profundidade local inferior a 50 metros.
PIR_10	Arquivo interrompido devido ao congelamento do programa de aquisição.
PIR_13	Arquivo interrompido devido à queda de energia.
PIR_17	Arquivo interrompido para limpeza da célula de condutividade em função de um grande número de <i>spikes</i> .

As datas de calibração dos sensores utilizados na Comissão constam da tabela a

seguir:

Sensor		Data de calibração
Tipo	NS	
Temperatura	2130	SBE – 22JUN2005
	XXX	XXXX
Condutividade	2130	SBE – 22JUN2005

Cópias das fichas de calibração dos sensores do Termossalinógrafo encontram-se no **Anexo D**.

3.2.2.2 – Aquisição de dados de fugacidade de CO₂

Durante a pernada Fortaleza-Natal, foram realizadas medições de fugacidade de CO₂ atmosférico e à superfície do mar. Os pesquisadores do IRD instalaram no laboratório molhado do Navio um sistema de medição contínua da água do mar, por meio de uma derivação da descarga da bomba de resfriamento da frigorífica. No tijupá, foi instalado um sensor de captação de ar atmosférico, conectado ao sistema.

Para a medição à superfície do mar, o sistema constitui-se de quatro cilindros de gás, usados para calibração e instalados no convés da hidroceanografia: um com N₂ (concentração zero de CO₂) e outros três de ar a diferentes concentrações de CO₂: a 281,05 ppm, 363,45 ppm e 498,97 ppm. Dispôs-se também de equipamento para medição de oxigênio dissolvido à superfície do mar.

Além do fornecimento contínuo de água do mar, foi necessário estabelecer uma conexão eletrônica com o Termossalinógrafo do Navio: a partir da caixa de junção, no laboratório seco, dividiu-se o sinal eletrônico, vindo dos sensores, para o computador de aquisição dos dados e para o sistema instalado no laboratório molhado. Para as futuras comissões, é desejável que seja instalado um amplificador de sinal, junto à caixa de junção.

Em função dos altos valores de TSM, típicos da região intertropical, e da redução do fluxo d'água destinado ao resfriamento da frigorífica, observou-se uma queda em seu rendimento. Para contornar o problema, ambas as bombas que compõem o circuito aberto (de água do mar) de resfriamento da frigorífica permaneceram em funcionamento durante toda a pernada Fortaleza-Natal, sobrecarregando o sistema, no período. Para as futuras comissões, é desejável que as bombas de resfriamento da frigorífica sejam trocadas por outras de maior capacidade ou, alternativamente, seja instalada uma rede independente, a partir da caixa de mar, com rede de água de mar exclusiva para esse fim.

O **Anexo N** contém o relatório elaborado pelos pesquisadores embarcados explicitando os procedimentos de instalação do sistema e os resultados preliminares obtidos.

3.2.2.3 – Radiometria

Foram realizadas, pelos pesquisadores do INPE embarcados, medições radiométricas, durante a pernada Fortaleza – Natal, seguindo os protocolos pertinentes a esse tipo de medição.

Os dados brutos de aquisição do radiômetro constam do **Anexo I**.

3.2.2.4 – Lançamento de redes biológicas

Em apoio aos projetos de pesquisa “Biologia dos Agulhões da Família *Istiophoridae* no Atlântico Sudoeste” e “Pesca e Ecologia de Atuns e Afins no Atlântico Oeste Tropical”, desenvolvidos pela UFRPE, o Navio realizou arrastos horizontais, durante a pernada Natal –Rio de Janeiro, diariamente às 0000P, 0600P, 1200P e 1800P.

Foram utilizadas redes de malhas com micragem de 300 e 500 μm para coleta de material biológico para análise de plâncton, o qual foi armazenado pelos próprios pesquisadores embarcados.

A planilha de acompanhamento dos arrastos horizontais realizados constitui o **Anexo K**.

3.2.3 - Lançamento e recolhimento de boias do tipo ATLAS

O embarque do material para a faina de recolhimento/lançamento das boias foi realizado em 05MAR, no Píer Paulo Irineu Roxo Freitas (PIRF). O material oriundo do INPE veio acondicionado em dois caminhões, ao passo que os itens vindos da NOAA foram transportados por meio de dois caminhões-contêiner. O tempo de embarque de todo o material atinente à Comissão foi de 8 horas. Para essa faina, o Navio contou com dois caminhões “*Munk*”, uma empilhadeira com capacidade de 4 toneladas, para a retirada do material dos contêineres, e um guindaste para cargas de até 30 toneladas e braço de 15 metros, para o embarque propriamente dito do material. A contratação dos serviços dos mesmos esteve a cargo do INPE.

Em função do limite de concentração de carga no PIRF de 2 ton/m², somente um contêiner por vez pôde ser descarregado no cais. Foram utilizados trechos de madeira maciça, à guisa de escora, de modo a reduzir a concentração de carga no PIRF.

De acordo com informações dos pesquisadores do INPE embarcados, apesar de todo o esforço logístico em antecipar a importação do material para os meses de janeiro e fevereiro, os equipamentos atinentes aos pesquisadores franceses do IRD chegaram àquele Instituto somente em 03MAR. Reitera-se, assim, que, em virtude dos trâmites referentes à importação, desembaraço alfandegário e do tempo de traslado do material

para o Brasil, o planejamento de uma Comissão PIRATA nos dois primeiros meses do ano é de baixa aceitabilidade. É recomendável, portanto, que tal dificuldade logística seja levada em consideração no planejamento das próximas comissões.

Dentre os materiais disponíveis a bordo, normalmente enviados pela NOAA, os itens abaixo listados foram considerados como fundamentais à segurança do pessoal envolvido e para o sucesso das fainas de lançamento e recolhimento das boias, sugerindo-se, inclusive, que estes itens sejam em número superior a uma unidade:

1) *Sea Catch - Toggle Release* TR7, com capacidade de até 7.042 lb - gato de escape utilizado no lançamento da poita; e

2) *Yale-Grip Green - Synthetic Pulling and Stopping Grip* - PN 944505 - espécie de trapa de *Kevlar* capaz de sustentar toda a linha de fundeio, com carga de trabalho de 2.000 lb e carga de ruptura de 10.000 lb.

Foram realizados 6 recolhimentos e 6 fundeios de boias tipo ATLAS. Apesar de estarem previstas em Ordem de Movimento apenas as fainas de manutenção das boias 1, 2, 3, 5 e 8, o Navio realizou adicionalmente, durante a pernada Fortaleza-Natal, a manutenção na boia 4, em função de condições meteorológicas favoráveis. A tabela abaixo sumariza as condições de mar e vento observadas durante a realização das fainas:

Boia	Vento		Mar	
	Direção	Força	Direção	Altura significativa (m)
8	SE / E	2 / 3	E / NE	0,5 / 1,0
1	NE / E	4 / 5	NE / E	1,0 / 1,5
2		3 / 4		
3	N / NE	4 / 5	N	0,5 / 1,0
4	N			
5	N / NE	1 / 3, ocasionalmente 4	N	0,5 / 1,0

Observa-se, então, a conveniência de se manter a realização da Comissão PIRATA nesse período – fim do inverno e começo da primavera, no hemisfério norte.

O fundeio da boia 3, conforme já citado no item 3.2.1.1 deste Relatório de Fim de Comissão, situa-se numa área de fundo bastante irregular – a Cordilheira Meso Atlântica. Em contrapartida, é recomendado, na Minuta de Instrução Técnica de fundeio de boias oceanográficas / meteorológicas tipo ATLAS em grandes profundidades, que a área destinada à faina apresente relevo submarino suave, em que as variações no fundo

não sejam maiores do que 1 % da profundidade local, num raio mínimo de 1 MN. Conseqüentemente, por ocasião da aproximação para o lançamento da boia, a deriva do Navio e o tempo a ser gasto para lançar o dispositivo n'água devem ser calculados com grande cautela. No cálculo do rumo de aproximação, a topografia submarina deve também ser levada em consideração: deve-se escolher o rumo que apresentar o menor gradiente batimétrico (espécie de “corredor”).

Por ocasião do recolhimento da boia 5, foi constatado um alto grau de vandalismo: o toroide possuía trincas – provavelmente devido a choques com embarcações de pesca –, parte do mangrullo pareceu ter sido serrada, o pluviômetro, os sensores de radiação e dois sensores oceanográficos foram perdidos. Além disso, observou-se grande quantidade de linhas de pesca até os cem primeiros metros do cabo de aço, aproximadamente. Note-se que a posição da mesma, por ocasião de seu recolhimento, distava de sua posição de lançamento, em 2008, de 4,7 MN.

Nas fainas de recolhimento das boias tipo ATLAS, para incrementar a segurança do pessoal que labora os cabos de aço e de nylon, foi utilizado um mordedor de cabo de aço, posicionado ao redor do cabrestante por meio de correntes. Sua aplicação se deu nos momentos de troca do sarilho: o cabo que estivesse sendo recolhido era “mordido”, evitando que o mesmo corresse.

O procedimento de “pegar a boia”, já utilizado em 2008, confirmou a sua eficiência, além de reduzir o tempo de risco com bote n'água. O procedimento consiste em: aproximar-se da bóia aproado contra a corrente; o *workline* é levado até a proa por fora do Navio, sendo passado sob volta na máquina de suspender, ao passo que o bote recebe, à meia-nau, um cabo de leva, talingado ao chicote do *workline*. Dessa forma, o Navio possui maior manobrabilidade e o tempo de recolhimento da boia é reduzido.

A tabela abaixo sumariza a faina de manutenção das boias:

BOIA	DATA	RECOLHIMENTO		LANÇAMENTO		CORRIDA		
		Início (*)	Fim	Início	Fim (**)	Rumo	Distância	Profundidade
PIR-I	25/03/09	0930P	1620P	1730P	2210P	260°	6,0 MN	5823 m
PIR-II	27/03/09	0550P	1045P	1205P	1525P	235°	5,5 MN	4827 m
PIR-III	28/03/09	281436P	282000P	290640P	290947P	245°	4,2 MN	4097 m
PIR-IV	30/03/09	0938P	1422P	1534P	1835P	202°	5,0 MN	4616 m
PIR-V	01/04/09	0832P	1320P	1351P	1650P	202°	4,7 MN	4554 m
SW-3	12/03/09	0728P	1200P	1304P	1656P	241°	7,0 MN	4318 m

(*) Computado a partir do momento em que o bote se encontra n'água.

(**) Não computado o tempo gasto para a poita atingir o fundo (cerca de 40 minutos) e posterior espera para verificação quanto ao correto funcionamento dos sensores, de duração aproximada de 15 minutos).

As planilhas com os dados de recolhimento e lançamento das boias constam do **Anexo Q**.

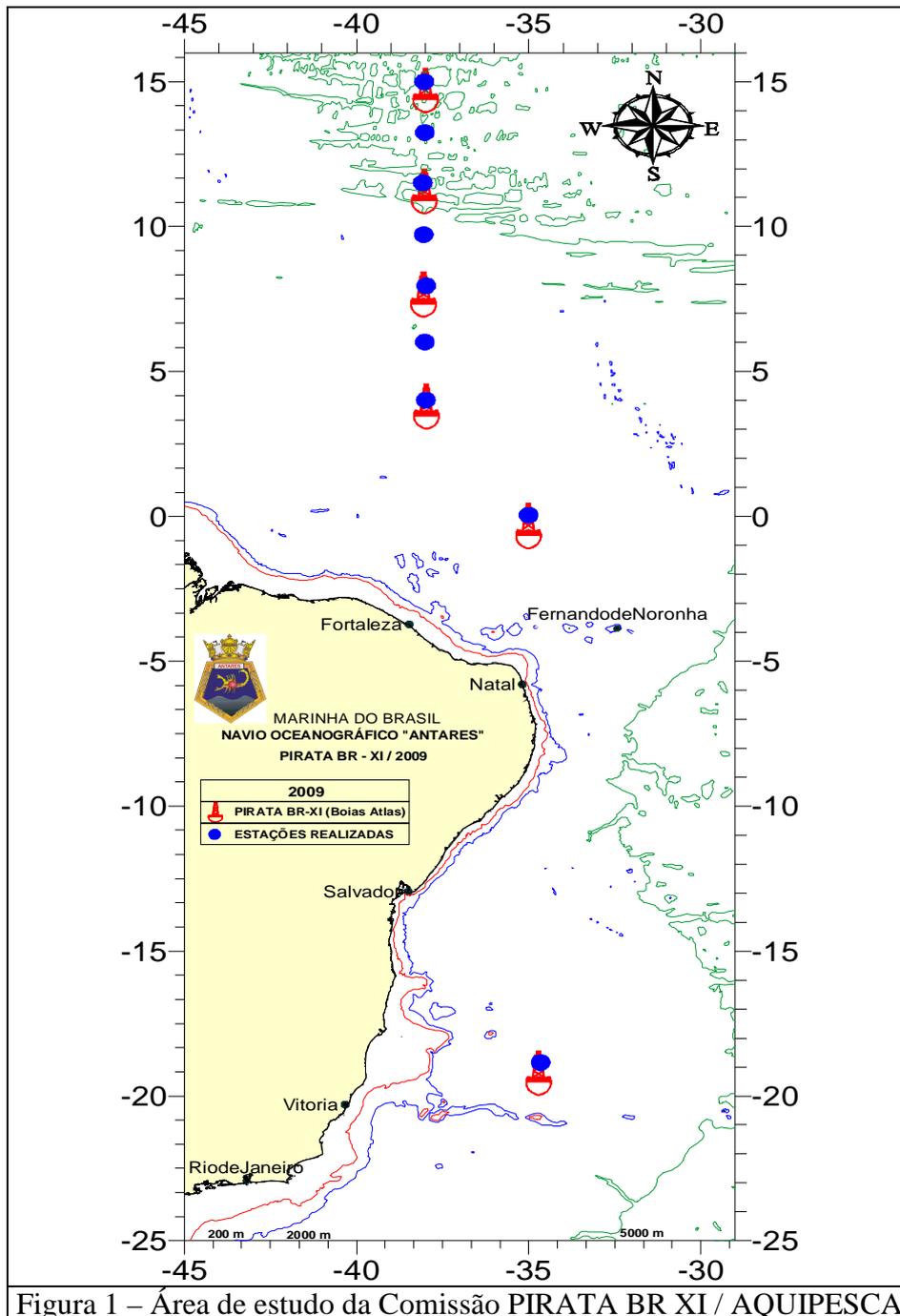
3.2.4 – Análise preliminar dos resultados

3.2.4.1 - Área e Período da Comissão

a) Área de Operação:

- i. Região compreendida entre o Estado do Espírito Santo e o paralelo de 15°N e os meridianos de 034° W e 038° W;
- ii. Distância máxima da costa (perfil 01): 1.100 milhas;
- iii. Totalizando 09 estações oceanográficas com profundidades de coleta entre 1000 e 4.808 metros; e
- iv. Equipamentos de coleta: CTD, Termossalinógrafo, ADCP e XBT.

b) Período de Coleta de Dados: verão e outono (09 de março a 12 de abril).



Na avaliação feita, sempre que possível, foi efetuada comparação entre dados coletados por sensores independentes, sendo o grau de dispersão entre o parâmetro medido apresentado sob forma gráfica por meio de uma reta de regressão linear e pelo cálculo da correlação.

Nas figuras, a linha pontilhada em negro com coeficiente angular unitário e coeficiente linear nulo representa o caso de resultados idênticos (*perfect agreement*).

3.2.4.2 – Perfilagem vertical

3.2.4.2.1 – Temperatura

A fim de verificar a qualidade dos dados de temperatura coletados pelos sensores do CTD, efetuou-se a comparação entre os sensores primário e secundário, resumizada na Figura 2:

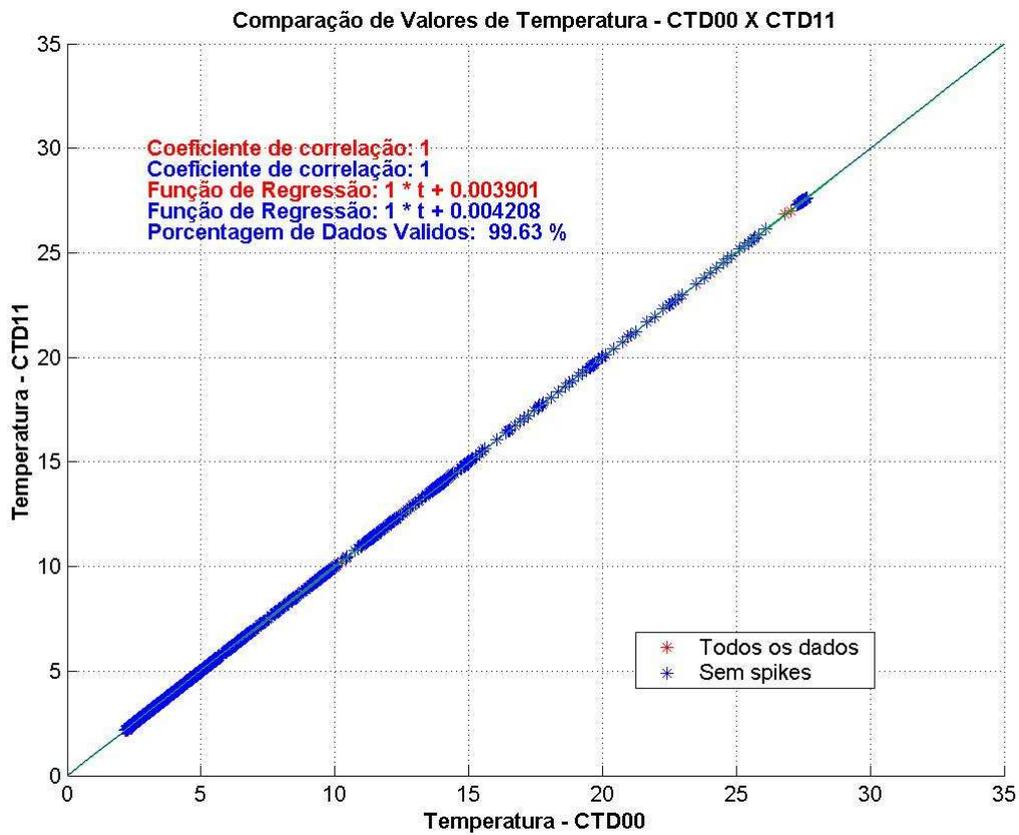


Figura 2 – Regressão linear de temperatura (sensores CTD)

Como a acurácia típica fornecida pelo fabricante é de 0,004 °C para cada ano de utilização, em ambos os sensores, a faixa de erro adotada, considerando-se as datas de calibração dos sensores utilizados, foi de 0,0115 °C, para o sensor nº 2896, e 0,0172 °C, para o sensor nº 2500. Sendo assim, a faixa de erro adotada para considerar os dados válidos foi de 0,0287°C, alcançando-se o índice de 99,63% dos dados de temperatura válidos.

O elevado valor da correlação entre os dois sinais, o coeficiente angular da reta igual a um e o coeficiente linear próximo a zero, após a retirada dos *spikes*, que totalizam menos de 1% do universo amostral, indicam que os resultados obtidos pelos sensores primário e secundário estão estatisticamente correlacionados.

Com o propósito de garantir a detecção, o mais precocemente possível, de falhas que pudessem ocorrer durante a coleta de dados, foram monitorados, em tempo real, os canais primário e secundário, acrescentando-se, a partir do *software* de aquisição de dados, as colunas de diferença entre valores dos sensores primário e secundário de temperatura e salinidade, na caixa de diálogo tabulada.

3.2.4.2.2 – Condutividade /Salinidade

A fim de verificar a qualidade dos dados de condutividade coletados pelos sensores do CTD, efetuou-se a comparação entre os valores obtidos, resumizada na

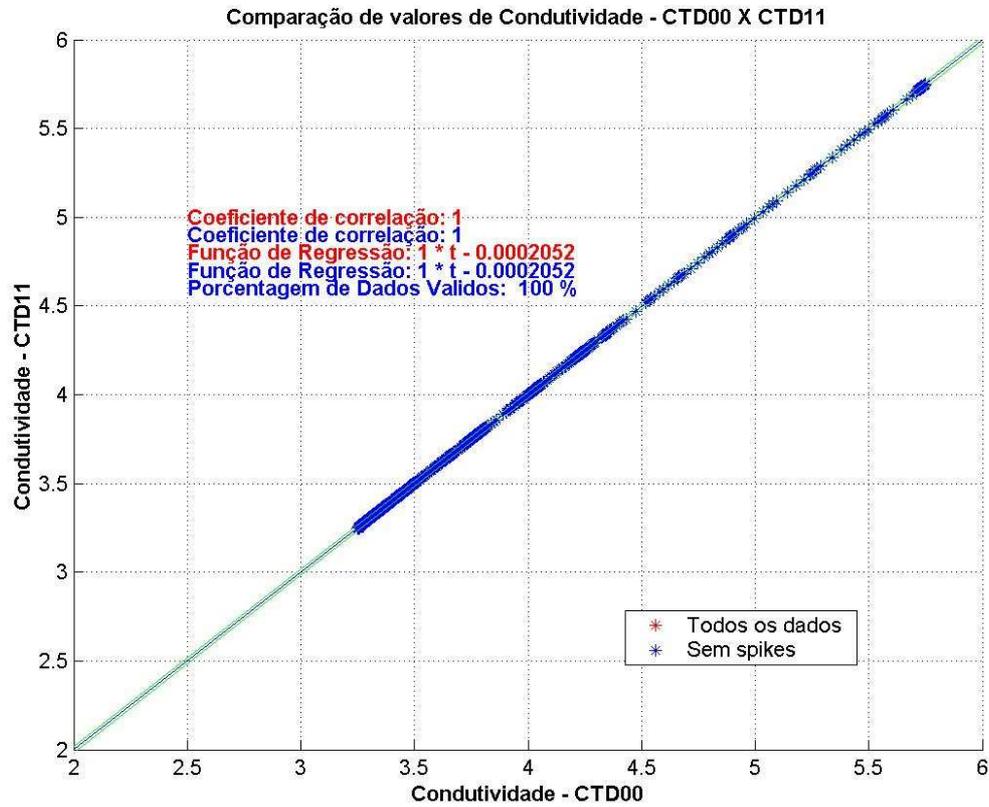


Figura 3, abaixo:

Figura 3 – Regressão linear de condutividade (sensores CTD)

Como a acurácia típica dos sensores de condutividade é de 0,0003 S/m por mês, computada a partir da última calibração, para ambos os sensores, a faixa de erro adotada, considerando-se as datas de calibração dos sensores utilizados, foi de 0,00638 S/m, para o sensor nº 1499 e 0,01120 S/m, para o sensor nº 3181, totalizando um erro limite de 0,01758 S/m para a validação dos dados. Alcançou-se a totalidade dos dados de condutividade considerados válidos.

O elevado valor da correlação entre os dois sinais, o coeficiente angular da reta igual a um e o coeficiente linear próximo a zero indicam que os resultados obtidos pelos sensores primário e secundário estão estatisticamente correlacionados.

3.2.4.3 - Caracterização das Principais Massas d'Água

As principais características das massas d'água identificadas a partir da análise dos diagramas TS são sumarizadas na tabela abaixo e ilustradas na Figura 4:

MASSA	TEMPERATURA	SALINIDADE	PROFUNDIDADE	ORIGEM
Água Tropical (AT)	$T > 20^{\circ} \text{ C}$	$S > 36,4$	Camada de Mistura $0 < P < [80 \text{ a } 120 \text{ m}]$	Região Intertropical
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	$5^{\circ} \text{ C} < T < 20^{\circ} \text{ C}$	$34,6 < S < 36,4$	Termoclina $0 [100 < P < 600 \text{ m}]$	Giro subtropical do Atlântico Sul
Água Central do Atlântico Norte (ACAN)	$5^{\circ} \text{ C} < T < 20^{\circ} \text{ C}$	$34,6 < S < 36,4$	Termoclina $0 [100 < P < 600 \text{ m}]$	Giro subtropical do Atlântico Norte
Água Intermediária Antártica (AIA)	$3,7^{\circ} \text{ C} < T < 5^{\circ} \text{ C}$	$S < 34,7$	$800 < P < 1.000 \text{ m}$	Região de Convergência Antártica
Água Profunda do Atlântico Norte (APAN)	$2^{\circ} \text{ C} < T < 3^{\circ} \text{ C}$	$34,7 < S < 35,0$	$1.000 < P < 4.000 \text{ m}$	Plataforma Continental da Groelândia
Água Antártica de Fundo (AAF)	$T < 2^{\circ} \text{ C}$	$S < 34,7$	$P > 4.000$	Mar de <i>Weddell</i> e Mar de <i>Ross</i> (Antártica)

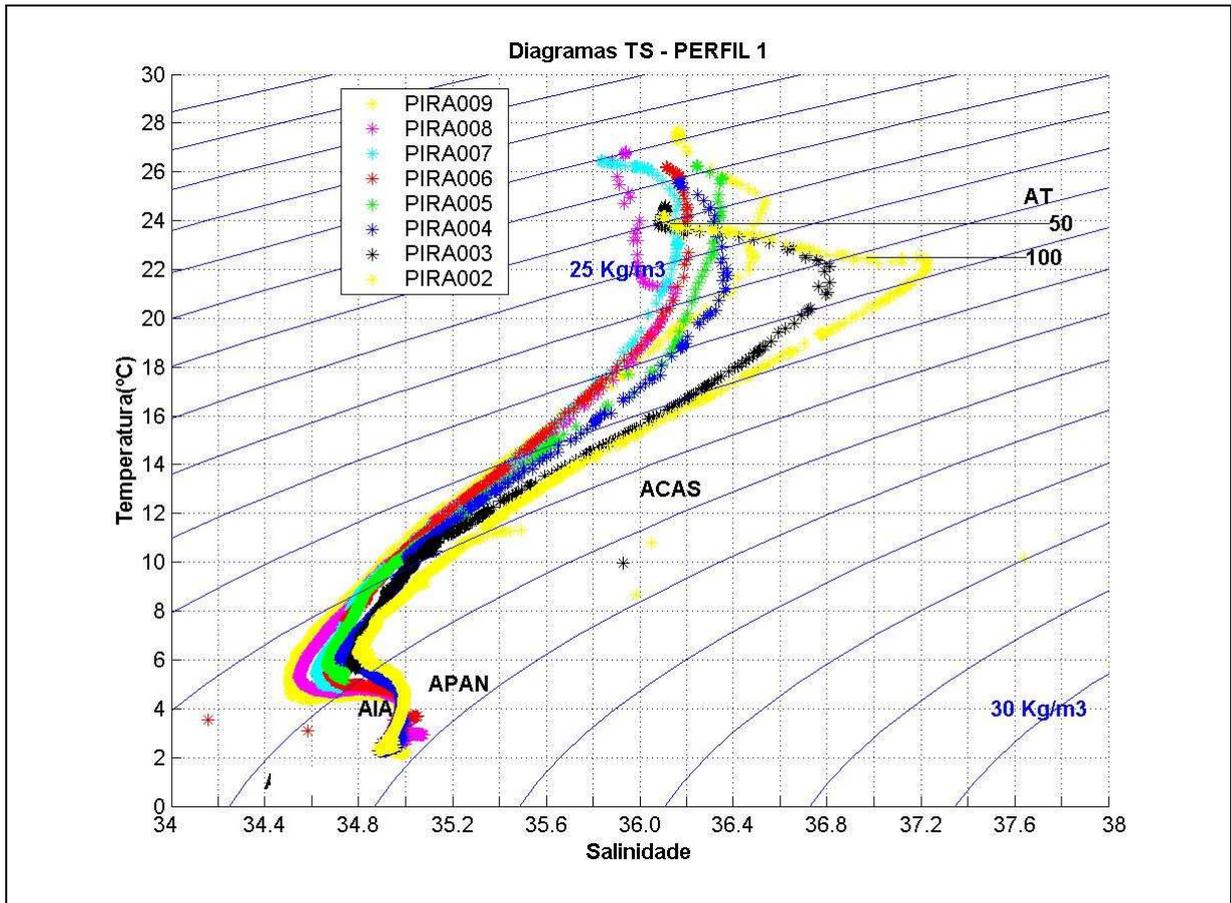


Figura 4 – Diagrama TS – estações no meridiano de 038° W e boia PIR-V

A Água Tropical (**AT**) ocupa a camada de mistura, o que corresponde aos 50 a 100 metros superiores da coluna d'água, estando, portanto, sujeita aos efeitos dos processos atmosféricos locais como nebulosidade, insolação e precipitação, entre outros, o que explica o maior espalhamento dos pontos TS nessa região do diagrama. Na base da camada de mistura, existe o máximo de salinidade característico dessa massa d'água.

A Água Central do Atlântico Sul (**ACAS**) e a Água Central do Atlântico Norte (**ACAN**), por seu lado, ocupam a faixa de profundidades correspondente à termoclina, abaixo da isoterma de 22°C, apresentando como característica principal uma maior amplitude de variação de temperatura e salinidade.

Para a região considerada, existem dois tipos de **ACAS**, cujas origens são distintas: uma de menor densidade, originada na faixa subtropical, a sudoeste do Atlântico Sul, circulando no interior do giro subtropical, e a outra, do tipo mais denso, provavelmente, segundo *Stramma, L., and Schott, F., Deep-Sea Res. II-46, 279-303, 1999*, com origem no sul do Atlântico Sul, como também no Oceano Índico, fluindo para o norte com a corrente de Benguela e, então para oeste, com a Corrente Sul Equatorial.

A Água Central do Atlântico Norte (**ACAN**) se distingue da **ACAS** por ser mais salina e profunda. A maior salinidade ocorre devido ao aporte do Mar Mediterrâneo e a maior extensão E-W do Atlântico Norte que propicia uma maior evaporação da água ao longo do giro, enquanto que a maior profundidade se deve à presença menos significativa, nessa região, da Água Intermediária Antártica (**AIA**), massa d'água com a qual se encontra.

O deslocamento paulatino para a direita das curvas TS das estações oceanográficas realizadas nas proximidades das boias ATLAS, à medida que as mesmas foram realizadas progressivamente ao norte, indica a diminuição de influência da **ACAS** e um gradual predomínio da **ACAN**.

Abaixo desta massa, identifica-se a Água Intermediária Antártica (**AIA**), caracterizada no gráfico TS pelo ponto de inflexão associado ao mínimo de salinidade (S[34,4]) observado entre as profundidades de 800 e 1.000 metros, apresentando temperaturas da ordem de 4°C. Ainda observa-se que, com o aumento da latitude, a inflexão da **AIA** no diagrama TS vai esmaecendo, até ter uma pequena inflexão na estação PIRA002 (15°N).

Em maiores profundidades, o deslocamento da curva TS na direção de maiores salinidades reflete a mistura com a Água Profunda do Atlântico Norte. A **APAN** flui

para sul, entre as profundidades de 1.000 e 4.000 metros, sendo caracterizada por valores máximos relativos de salinidade, como se observa pelo ponto de inflexão no diagrama TS nas proximidades das coordenadas (35,0; 4°C).

As figuras a seguir apresentam os perfis verticais de densidade, oxigênio dissolvido (OD), salinidade e temperatura, gerados a partir dos dados das estações CTD realizadas no meridiano de 038° W. As colunas em verde representam os pontos de coleta de dados e as profundidades atingidas com o CTD. As colunas em verde até a profundidade de 1.000 metros representam as estações CTD intermediárias realizadas entre boias, ao passo que as colunas mais profundas se referem às estações das boias. A coluna mais à esquerda é a correspondente à bóia 1 e as distâncias entre as estações estão assinaladas nos gráficos. Convém observar que se obtiveram, até a profundidade de 1.000 metros, dados acerca dos principais parâmetros físicos da água do mar a cada 100 MN, aproximadamente, ao longo do meridiano de 038° W, desde a latitude de 15° N até 4° N.

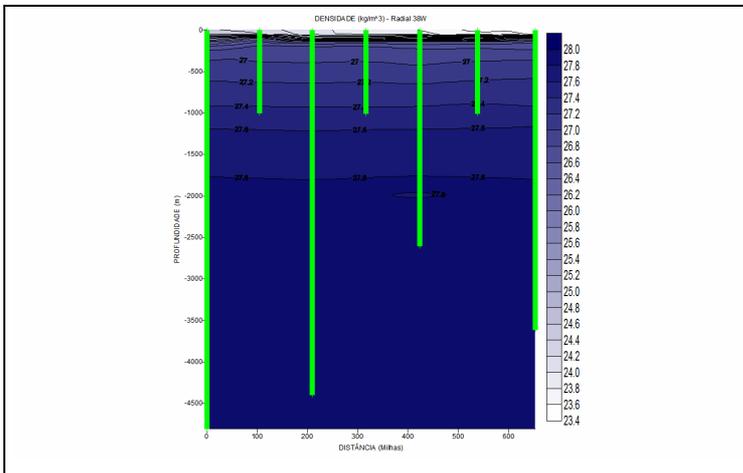


Figura 5 – Perfil vertical de densidade até 4.500 m

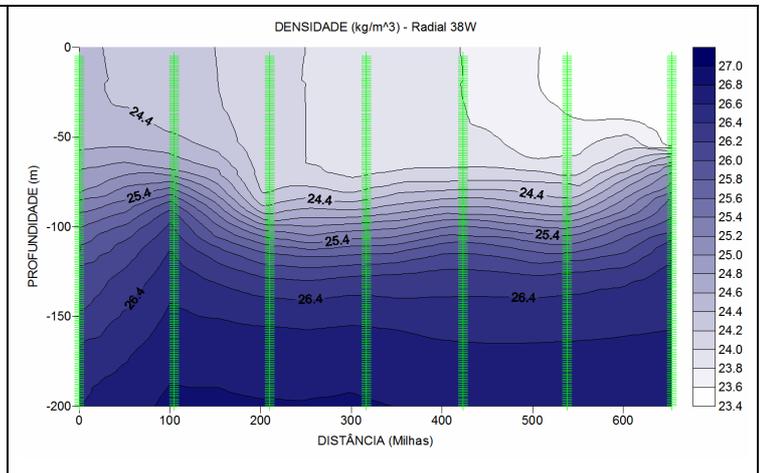


Figura 6 – Perfil vertical de densidade até 200 m

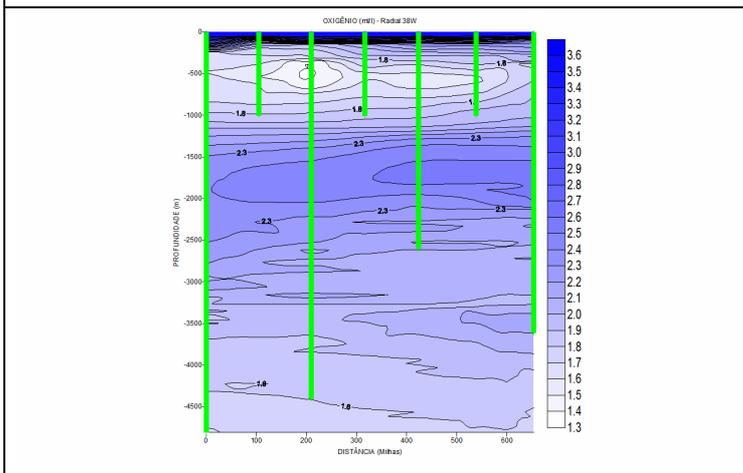


Figura 7 – Perfil vertical de OD até 4.500 m

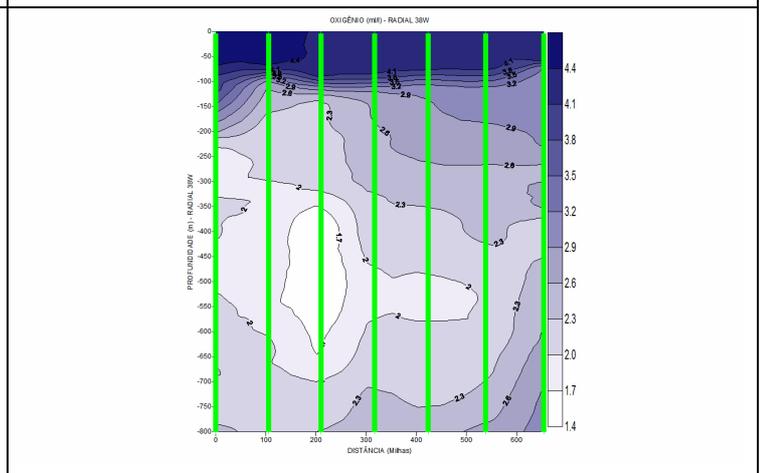


Figura 8 – Perfil vertical de OD até 800 m

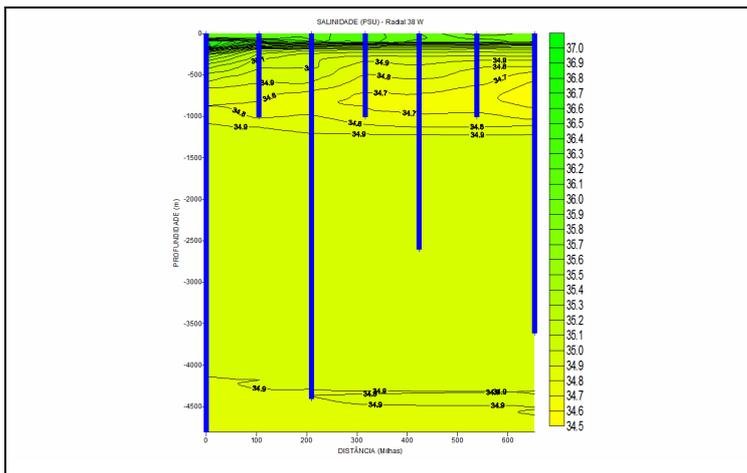


Figura 9 – Perfil vertical de salinidade até 4.500 m

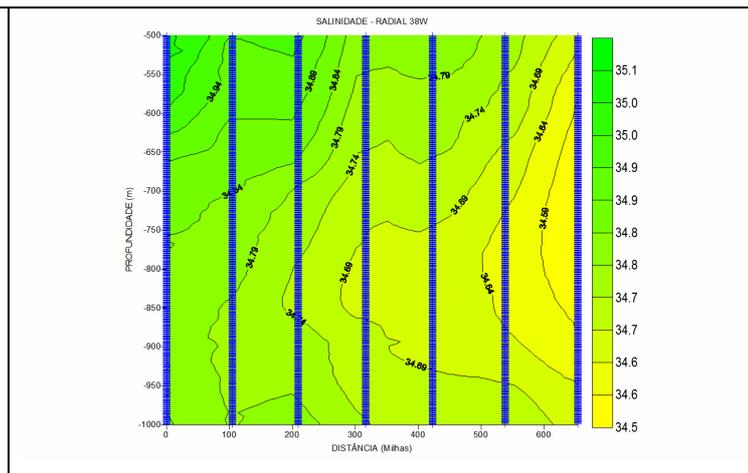


Figura 10 – Perfil vertical de salinidade até 1.000 m

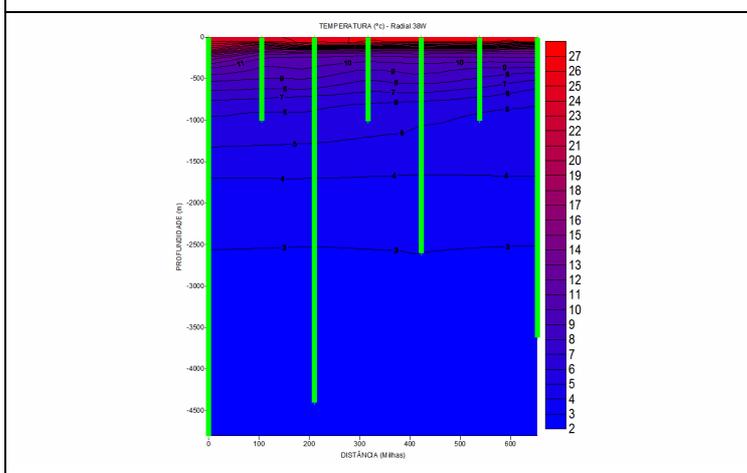


Figura 11 – Perfil vertical de temperatura até 4.500 m

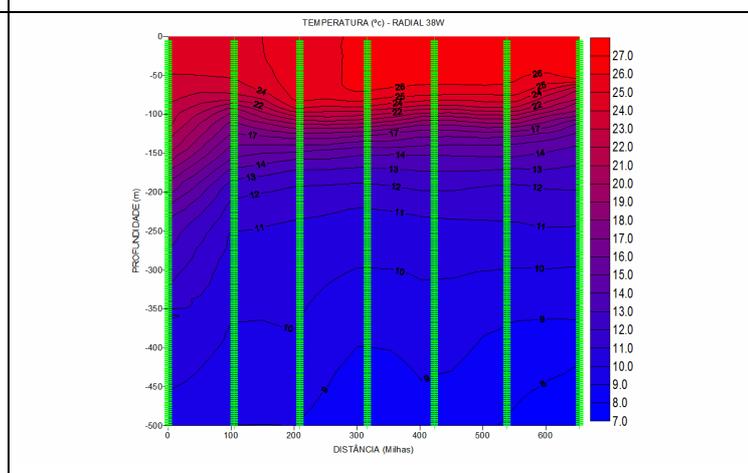


Figura 12 – Perfil vertical de temperatura até 500 m

4. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS NA ÁREA

4.1 - NOc “ANTARES”

Os seguintes pontos são considerados de fundamental importância para a realização das Comissões PIRATA com segurança e eficiência:

- O Navio deve possuir equipamento de comunicação por satélite com voz, fax e internet, necessidade apontada também pelos pesquisadores, a fim de possibilitar o recebimento da posição atualizada da boia lançada e seu *status*, troca de informações em tempo real com os centros científicos bem como o incremento do aprestamento logístico;
- Há necessidade de destaque de um médico, pois, durante a Comissão, o Navio, além de efetuar manobras com pesos e laborar com cabos sob tensão, chega a estar a cinco dias de navegação do porto mais próximo. Cabe ressaltar o embarque frequente de pesquisadores e alunos de diversas Instituições de

- ensino e pesquisa nacionais e internacionais; a presença do médico, em tais ocasiões, contribui para a salvaguarda da integridade física dos civis embarcados, minimizando possíveis consequências adversas para a MB;
- c) É recomendável que o Navio realize as pernadas de manutenção de boias com, no máximo, 4 poitas a bordo, em virtude de as mesmas estarem situadas no convés da hidroceanografia e, portanto, ocuparem bastante espaço na área de manobra de peso. Verifica-se uma maior dificuldade por ocasião do recolhimento das boias;
 - d) Sugere-se que as pernadas contemplem no máximo 3 lançamentos / recolhimentos de boias ATLAS, com vistas a reduzir a fadiga da tripulação;
 - e) Em virtude do uso continuado durante a Comissão, há necessidade de manutenção preventiva no sistema hidráulico, aparelhos de laborar e testes de resistência nos olhais da popa e convés da hidroceanografia;
 - f) No que tange ao período da Comissão, deve-se prioritariamente realizá-la entre os meses de março a junho. Devem ser evitados os meses de agosto a novembro, em virtude da maior probabilidade de ocorrência de condições meteorológicas adversas. Os meses de janeiro e fevereiro, conforme relatado no item 3.2.3 deste Relatório, são de pouca aceitabilidade por questões logísticas; e
 - g) É recomendável que o navio disponha antecipadamente de recursos para eventuais reparos, ao longo da Comissão. Nesta Comissão, o Navio obteve como verba hidrográfica o valor de R\$ 2.500,00, por meio do CHM. O recurso em questão foi utilizado para aquisição de material de consumo necessário às atividades da Divisão de Hidroceanografia.

4.2 – PESSOAL EXTRA-MARINHA

As sugestões para futuros trabalhos na área apresentadas pelo pessoal do INPE embarcado foram formalizadas num relatório de campo, constituindo o **Anexo N**.