

II.5.1.2 Oceanografia

Apresenta-se, a seguir, uma descrição das condições oceanográficas da região do *Campo de Polvo* e da região adjacente ao mesmo, contemplando, assim, a porção Sul da Bacia de Campos e a porção Norte da Bacia de Santos, atendendo às exigências do Termo de Referência N^o 011/05, emitido pelo Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (ELPN/IBAMA).

II.5.1.2.1 Caracterização dos Dados

Utilizou-se, para a caracterização oceanográfica da região, os dados das seguintes fontes:

- Dados de temperatura, salinidade e ondas contidos no Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO);
- Dados de maré obtidos da Fundação de Estudos do Mar (FEMAR);
- Dados do Projeto Nacional de Bóias (PNBOIA), integrante do *Global Ocean Observing System* (GOOS);
- Além de dados bibliográficos existentes para a região.

As análises dos parâmetros oceanográficos de maior interesse para essa caracterização como, temperatura e salinidade, massas d'água, ondas, marés e correntes, são desenvolvidas a seguir:

a) Temperatura e Salinidade:

Para a análise das propriedades físico-químicas da água do mar, na região do *Campo de Polvo*, foram utilizados os dados de temperatura e salinidade disponíveis no Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), correspondentes às campanhas realizadas no período entre os anos de 1958 e 2002.

Os perfis de temperatura e salinidade, bem como o número de amostragens disponíveis em cada período são apresentados na **Figura II.5.1.2-1**, para o verão (a), e outono (b) e na **Figura II.5.1.2-2**, para o inverno (a), e primavera (b).

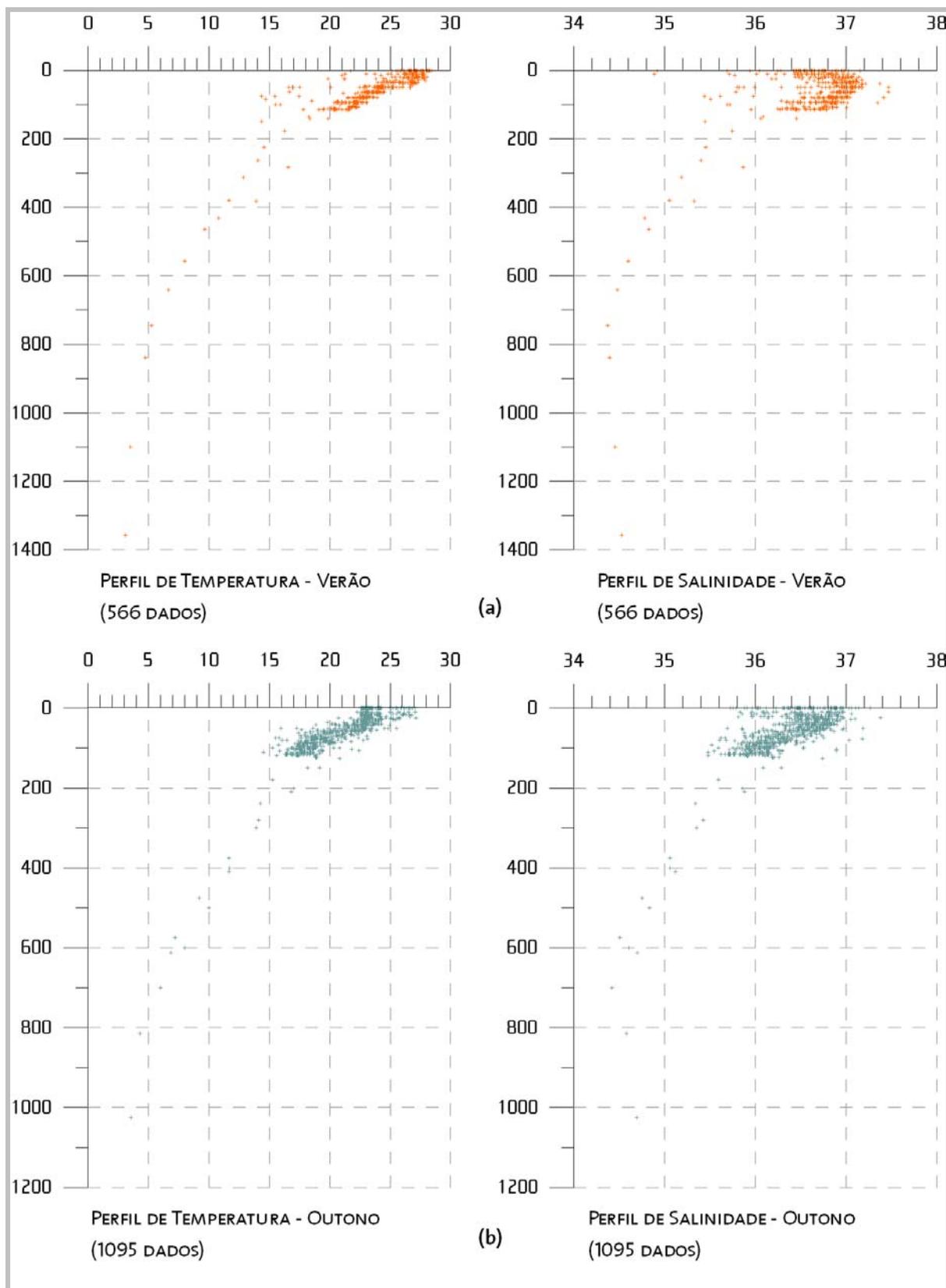
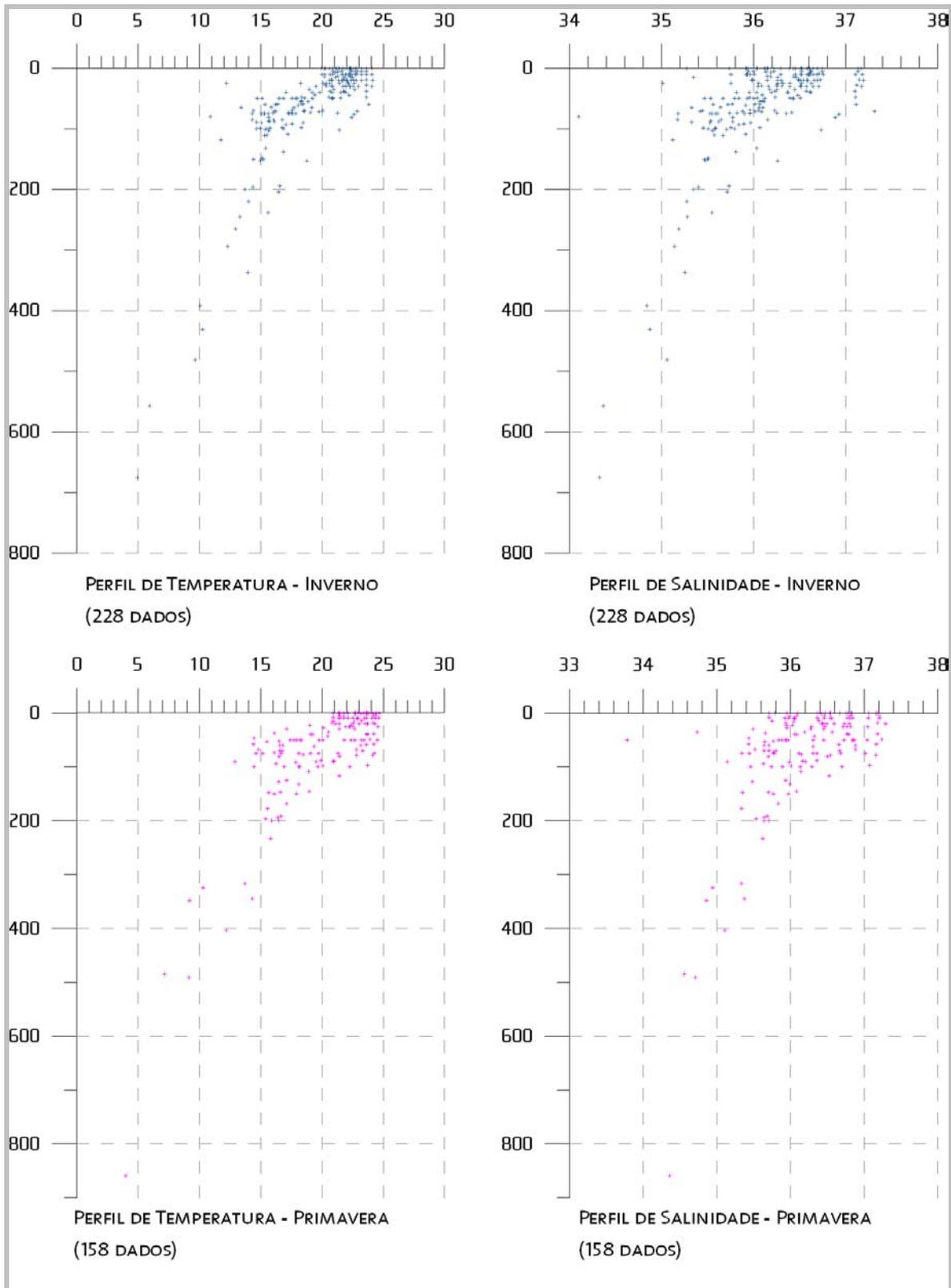


FIGURA II.5.1.2-1: PERFIS DE TEMPERATURA E SALINIDADE PARA OS PERÍODOS DE VERÃO (A) E OUTONO (B).

FONTE: BNDO.



**FIGURA II.5.1.2-2: PERFIS DE TEMPERATURA E SALINIDADE PARA OS PERÍODOS DE INVERNO (A) E PRIMAVERA (B)
FONTE: BNDO.**

Analisando o perfil vertical de distribuição de temperatura da água do mar, no período de verão (**Figura II.5.1.2-1a**), observa-se que a temperatura, em superfície, varia, aproximadamente, entre 14 e 28° C. A partir dos 100 m, a temperatura diminui gradualmente, até a profundidade de 800 m, mantendo-se próxima a 4° C. A maior concentração de dados encontra-se nos primeiros 100 m, impossibilitando uma melhor análise em profundidade.

A salinidade, em superfície, varia entre 34,8 e 37,5, com uma maior concentração de observações entre 36,4 e 37,2. Entre 100 e 700 m, os valores decrescem, gradualmente, de 36 a 34,2. A partir de 700 m, mantêm-se constantes, próximos a 34,5.

No período de outono, os valores de temperatura superficiais variam entre 14° C e 27° C, com maior concentração entre 16° C e 25° C. O perfil de salinidade, de maneira geral, é semelhante ao período de verão, entretanto, abaixo dos 800 m, os valores voltam a elevar-se (**Figura II.5.1.2-1b**).

Para o período de inverno, a temperatura varia entre 10° C e 24° C e a salinidade entre 34 e 37,4, nos primeiros 200 m, mostrando uma maior dispersão entre os valores. Ambos os perfis diminuem gradualmente seus valores, com o aumento da profundidade, **Figura II.5.1.2-2a**.

Analisando o período de primavera, na **Figura II.5.1.2-2b**, nota-se semelhança com o período de inverno quanto à dispersão dos valores nos primeiros 200 m. A temperatura varia de 12° C a 25° C e a salinidade de 34,6 a 37,2. Aproximadamente a 50 m, é observado um valor em torno de 33,8 de salinidade, aqui considerado impreciso.

b) Massas d'água:

As massas d'água são corpos de água com origem comum de formação, definidos por suas características de temperatura e salinidade, que, por sua vez, definem sua densidade. Esta última determina a posição, na coluna d'água, que estes corpos irão ocupar.

Normalmente, nesta região da costa brasileira, são encontradas as seguintes massas d'água: AC – Água Costeira, AT – Água Tropical, AM – Água de Mistura (água proveniente da mistura entre a AT e a AC), ACAS – Água Central do Atlântico Sul, AIA – Água Intermediária Antártica e APAN – Água Profunda do Atlântico Norte.

SILVA et al (1982) desenvolveu um gabarito tentativo para as massas d'água da costa Sudeste brasileira, com a seguinte classificação:

- Água Costeira (AC) – água de salinidade abaixo de 33, devido à influência de descarga fluvial.
- Água Tropical (AT) – definida por valores de salinidade maiores que 36 e de temperatura maiores que 18° C. Esta massa d'água é transportada para o Sul pela Corrente do Brasil, ocupando a camada mais superficial.
- Água de Mistura (AM) – apresenta salinidade variando entre 33 e 36 e valores de temperatura acima de 18° C. Massa d'água proveniente da mistura entre AT e AC.
- Água Central do Atlântico Sul (ACAS) – apresenta um mínimo de temperatura de 6° C e um máximo de 18° C e a salinidade oscilando entre 34,5 e 36. Massa d'água situada entre a Água Tropical e a Água Intermediária Antártica. É formada na Convergência Subtropical.
- Água Intermediária Antártica (AIA) – apresenta valores de temperatura entre 2,75° C e 5° C e de salinidade entre 34,1 e 34,5. É proveniente da Convergência Antártica e apresenta um mínimo de salinidade entre 700 e 1100 m de profundidade.
- Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) – apresenta valores de temperatura entre 2,0° C e 4° C e de salinidade entre 34,7 e 35,0. É formada no Hemisfério Norte, na junção das correntes da Groenlândia e Labrador.

Na **Figura II.5.1.2-3**, é apresentado o diagrama T-S espalhado, elaborado com os dados do BNDO. As diferentes cores referem-se à profundidade da coleta.

Observa-se a presença, nos dados analisados, de quase todas as massas d'água descritas por SILVA *et al* (1982), com exceção da APAN.

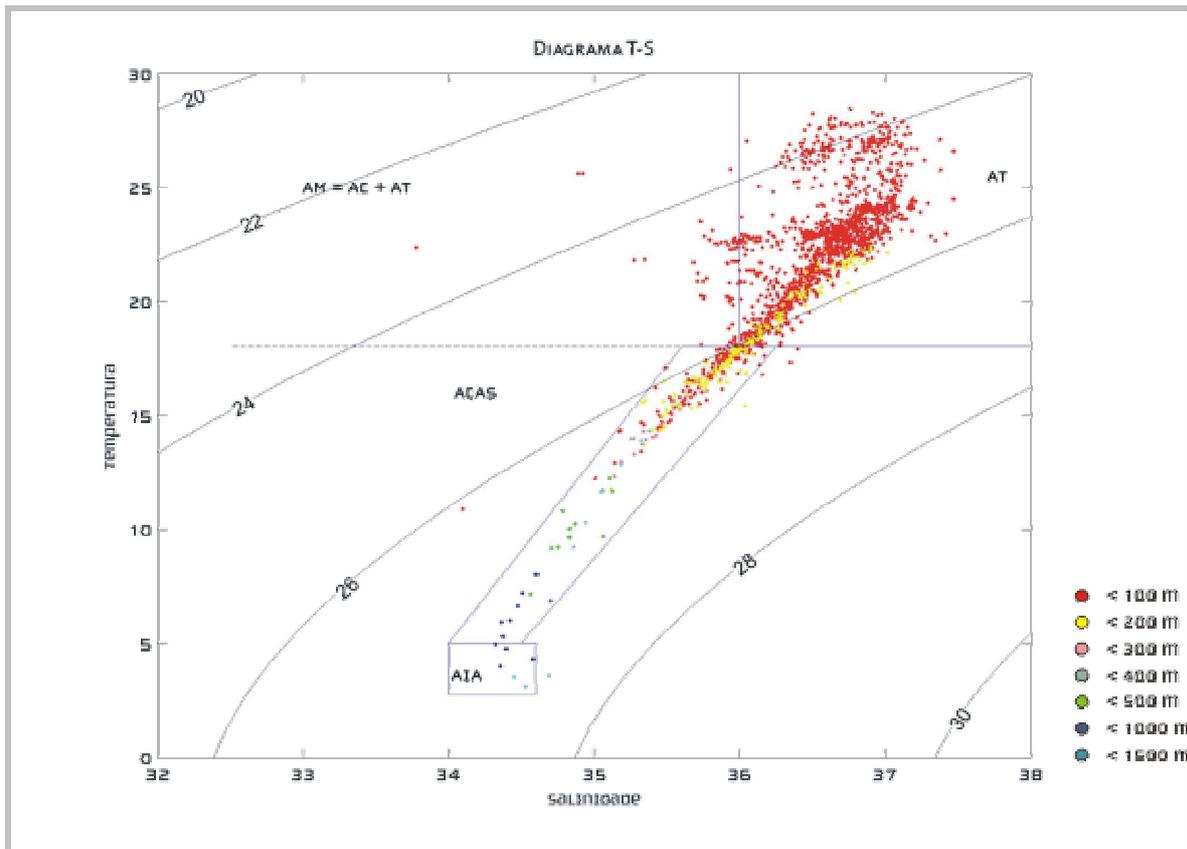


FIGURA II.5.1.2-3: DIAGRAMA TS ESPALHADO PARA A REGIÃO DO BLOCO BM-C-8, ELABORADO COM OS DADOS DO BND. FONTE: BND.

Uma ilustração do comportamento espacial das massa d'água na região entre Cabo Frio e o Cabo de São Tomé é apresentada na **Figura II.5.1.2-4**.

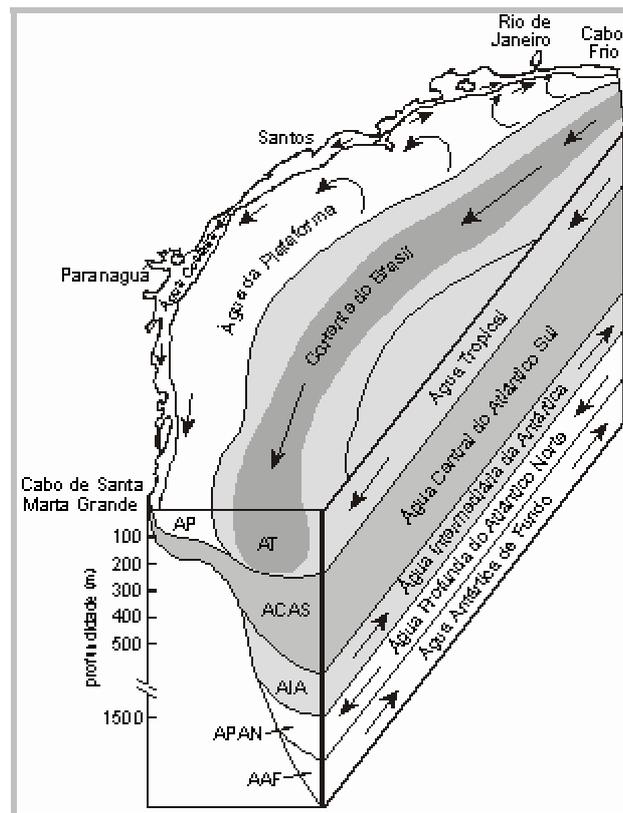


FIGURA II.5.1.2-4: VARIAÇÃO ESPACIAL DAS MASSA D'ÁGUA NA REGIÃO SUDESTE-SUL BRASILEIRA (FONTE: MATSUURA, 1986).

Em relação ao comportamento sazonal das massa d'água, a **Figura II.5.1.2-5** mostra as diferenças de comportamento entre verão e inverno das massas d'água na região da Plataforma Continental.

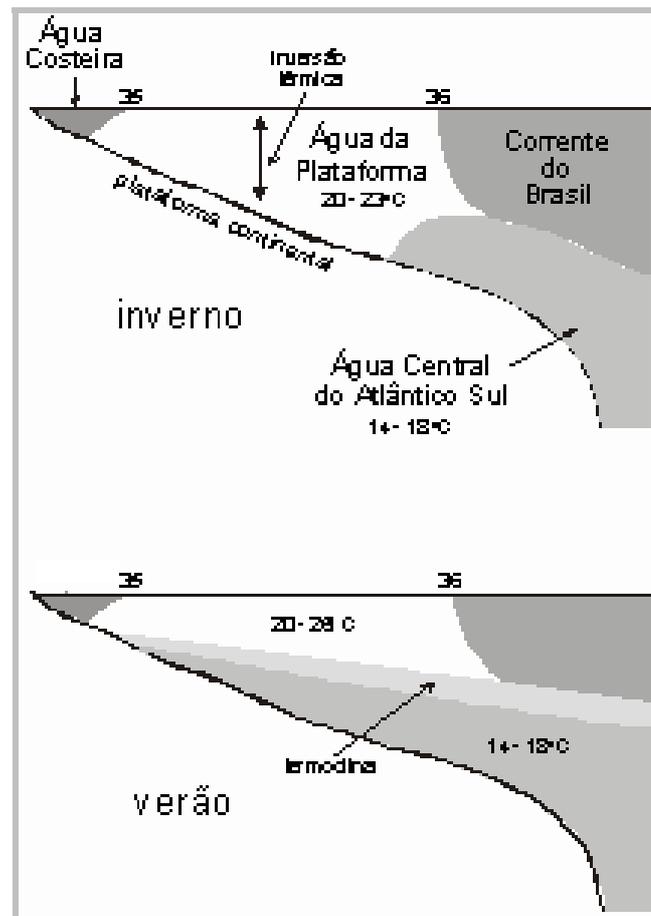


FIGURA II.5.1.2-5: DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DAS MASSAS DE ÁGUA NA REGIÃO SUDESTE-SUL BRASILEIRA, NA ÉPOCA DE VERÃO (ACIMA) E INVERNO (ABAIXO). (FONTE: MATSUURA, 1986).

c) Regime de Ondas:

Para a análise da agitação da superfície do mar, na região adjacente ao *Campo de Polvo*, foi utilizada a caracterização do clima de ondas, elaborada para a Bacia de Campos, por VIOLANTE-CARVALHO (1998) e SEIXAS (1997), e os dados disponíveis no BNDO para a área, no período de 1958 a 2002.

Os dados utilizados nos trabalhos acima referidos foram obtidos através do fundeio da bóia meteo-oceanográfica do tipo *heave-pitch-roll*, da Petrobras, posicionada na Bacia de Campos, em dois períodos. O primeiro fundeio foi localizado no Campo de Marlim (22° 31' S e 39° 58' W), de março de 1991 a março de 1993, a 1.250 m de profundidade, e o segundo foi localizado no Campo de Barracuda (22° 38' S e 40° 12' W), de janeiro de 1994 a julho de 1995, a 1.050 m de profundidade.

De acordo com as forçantes meteorológicas atuantes, foram consideradas quatro situações distintas, separadas em dois grandes grupos, segundo VIOLANTE-CARVALHO (1998):

- Domínio da Alta Subtropical do Atlântico Sul – ASAS:
 - Mar em desenvolvimento de N/NNE, com *swell* S/SE;
 - Mar em desenvolvimento NE/ENE/E, com *swell* de S/SE.
- Domínio de sistemas frontais (baixa pressão) na região:
 - Mar gerado pela evolução de sistema frontal, com ondulações geradas a grandes distâncias da Bacia de Campos;
 - Condição de mar durante o inverno.

As direções das ondas e do vento são relacionadas ao norte verdadeiro e são centradas em: N (360°), NNE (22,5°), NE (45°), ENE (67,5°), E (90°), SE (135°), S (180°), SSW (202,5°) e SW (225°).

Na descrição a seguir, serão utilizados alguns termos como vaga, marulho ou *swell*, mar local e mar quase-local. Entende-se por vaga aquelas ondas que ainda estão sofrendo influência do vento que as gerou, em outras palavras, ainda estão em sua área de geração. Os marulhos ou *swell* são as ondas que não mais estão sob a influência do vento que as gerou, ou seja, estão fora da área de geração. Um mar local é caracterizado por ondas que estão sendo geradas pelo vento local. Entende-se por mar quase-local aquele mar gerado entre a área de geração principal e a área de interesse.

A caracterização dos estados de mar é feita em função de três parâmetros: altura significativa (H_s), direção e frequência de pico (T_p). A altura significativa é uma medida estatística obtida separando-se o registro de onda em três partes iguais e fazendo-se uma média da parte do registro onde estejam as maiores alturas. A direção de onda é o rumo seguido pela onda, e a frequência de pico é a frequência na qual a maior quantidade de energia da ondulação está concentrada.

A seguir, serão descritas as situações anteriormente mencionadas.

Situações Regidas pelo Domínio do ASAS

- ▶ Mar em desenvolvimento de N/NNE, com *swell* de S/SE

Essa situação representa um mar em desenvolvimento de Norte/Norte-Nordeste, com a presença de *swell* de Sul/Sudeste.

Esse é o estado de mar mais comum na região, sendo típico de verão. Entretanto, esse estado ocorre em todas as demais estações do ano, com menor frequência.

Os valores característicos desse estado de mar são apresentados no **Quadro II.5.1.2-1**.

QUADRO II.5.1.2-1 - VALORES CARACTERÍSTICOS PARA SITUAÇÃO DE MAR A1.

| | DIREÇÃO (°) | HS (M) | TP (S) |
|-----------------------------------|-------------|-------------|---------|
| MAR LOCAL (> 10%) | N/NNE | 0,25 A 1,25 | 3 A 5 |
| MAR QUASE-LOCAL (> 10%) | NNE/NE | 1 A 1,5 | 5 A 7 |
| | NNE/NE | 0,5 A 1,5 | 9 A 11 |
| SWELL | S/SE | 0,75 A 1,5 | 11 A 13 |
| | S/SE | 1,5 | 15 (3%) |

FONTE: VIOLANTE-CARVALHO, 1998.

- Mar em desenvolvimento de NE/ENE/E, com *swell* de S/SE:

Situações de mar em desenvolvimento de nordeste/leste-nordeste/leste com *swell* de sul/sudeste são bastante frequentes, ocorrendo em todas as estações do ano, porém com predominância na primavera e no verão.

No **Quadro II.5.1.2-2**, são apresentados os valores característicos para essa situação.

QUADRO II.5.1.2-2 - VALORES CARACTERÍSTICOS PARA SITUAÇÃO DE MAR A1.

| | DIREÇÃO (°) | HS (M) | TP (S) |
|-----------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| MAR LOCAL (> 10%) | N/ENE/E | 0,25 A 1,25 | 3 A 5 |
| MAR QUASE-LOCAL (> 10%) | ENE/E/ESSE | 1 A 1,5 | 5,5 A 6,5 |
| | ENE/E/ESSE | 1 | 8 |
| | ENE/E/ESSE | 1 | 10 |
| SWELL | S/SE | 0,5 A 2 | 11,5 A 12,5 |
| | S/SE | 0,5 A 1,5 | 14,5 A 15,5 (3%) |

FONTE: VIOLANTE-CARVALHO, 1998.

Situações Regidas pelo Domínio de Sistemas Frontais

- Mar gerado pela evolução de sistema frontal, com presença de ondulações geradas a grandes distâncias da Bacia de Campos:

Esse é o segundo mais freqüente estado de mar na região, com ocorrência inferior apenas à situação A1, sendo considerada uma situação típica de outono e inverno, porém, ocorrendo, também, nas demais estações do ano. Os valores característicos para essa situação são apresentados no **Quadro II.5.1.2-3**.

QUADRO II.5.1.2-3 - VALORES CARACTERÍSTICOS PARA SITUAÇÃO DE MAR B1.

| | DIREÇÃO (°) | HS (m) | TP (s) |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--------|
| MAR LOCAL (> 10%) | SW A NE | 0,25 A 1,25 | 3 A 5 |
| MAR QUASE-LOCAL (> 10%) | SW A NE | 1 A 2 | 5 A 9 |
| SWELL | SW A NE* | 1 A 2 | 10 |
| | SW A NE* | 1 A 2,5 | 12 |
| | S/SE | 1,5 | 15 |

FONTE VIOLANTE-CARVALHO, 1998.

* Dependendo da evolução direcional do mar, esta situação pode ser considerada como mar quase-local.

- Condição de mar durante o inverno:

Nessa situação, ocorre uma evolução do centro de baixa pressão do ciclone extratropical, zonalmente, de oeste para leste, podendo ou não haver a presença de ondulações geradas a grandes distâncias da costa.

No **Quadro II.5.1.2-4** são apresentados os valores característicos para essa situação.

QUADRO II.5.1.2-4 - VALORES CARACTERÍSTICOS PARA SITUAÇÃO DE MAR B2.

| | DIREÇÃO (°) | HS (M) | TP (s) |
|-----------------------------------|---------------|-------------|-------------|
| MAR LOCAL (> 10%) | SW A NE | 0,25 A 1 | 3 A 5,5 |
| MAR QUASE-LOCAL (> 10%) | SW A NE | 1 | 5,5 A 6,5 |
| | SW A NE OU S* | 1,5 | 8 |
| | SW A NE OU S* | 1 A 2 | 9,5 A 10,5 |
| | SW A NE OU S* | 0,75 A 1,75 | 11,5 A 12,5 |
| SWELL (1%) | S/SE | 1 | 15 |

FONTE: VIOLANTE-CARVALHO, 1998.

* Dependendo da evolução direcional do mar, esta situação pode ser considerada como mar *swell*.

Nas **Figuras II.5.1.2-6, II.5.1.2-7 e II.5.1.2-8**, são apresentados os histogramas de altura e período de ondas, elaborados com os dados contidos no BNDO, para a região do bloco. Em cada figura, é, também, apresentado o número de dados utilizados.

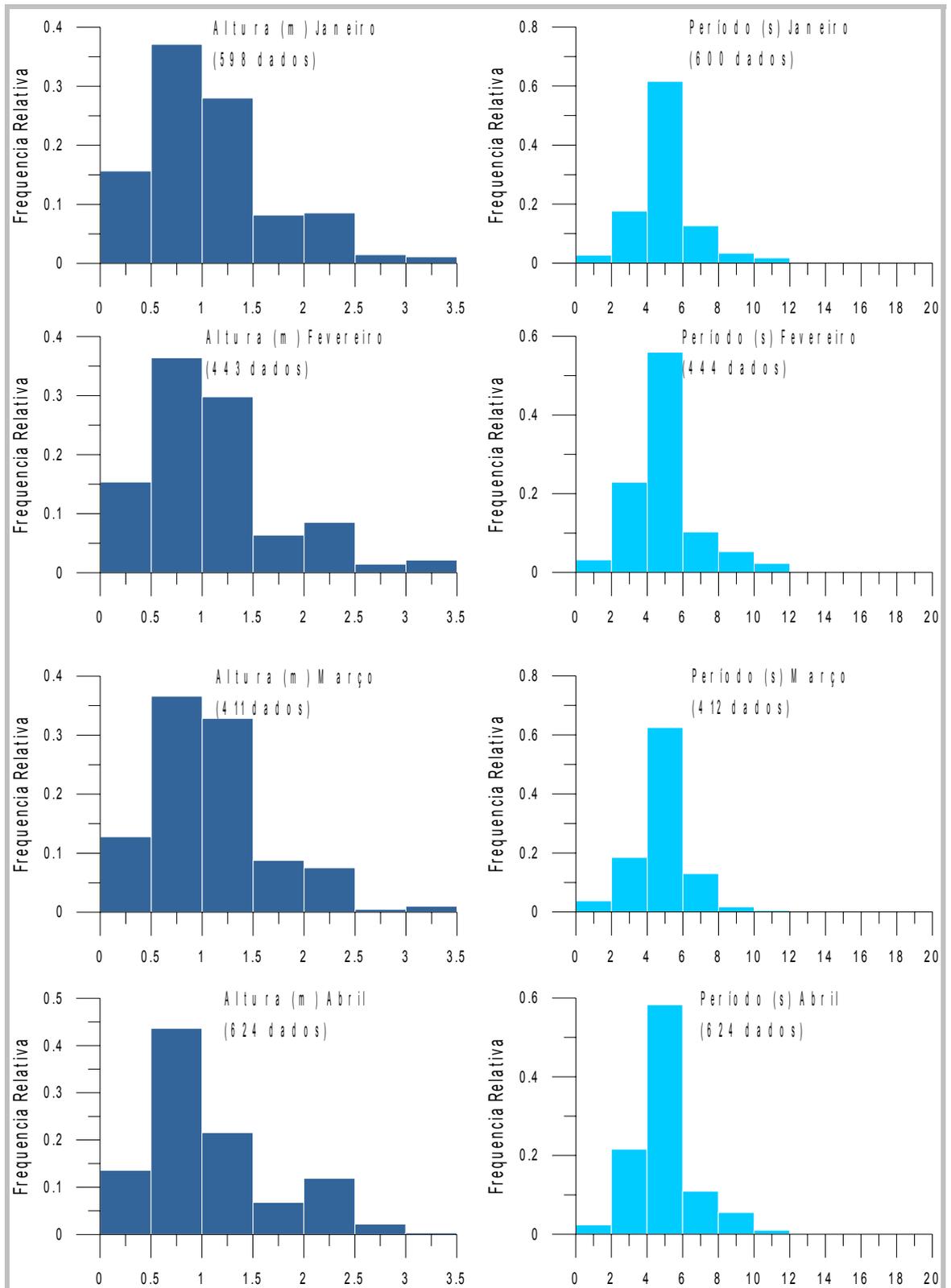


FIGURA II.5.1.2-6: HISTOGRAMAS DE ALTURA E PERÍODO DE ONDAS, PARA OS MESES DE JANEIRO A ABRIL, ELABORADOS COM OS DADOS DO BNDO.

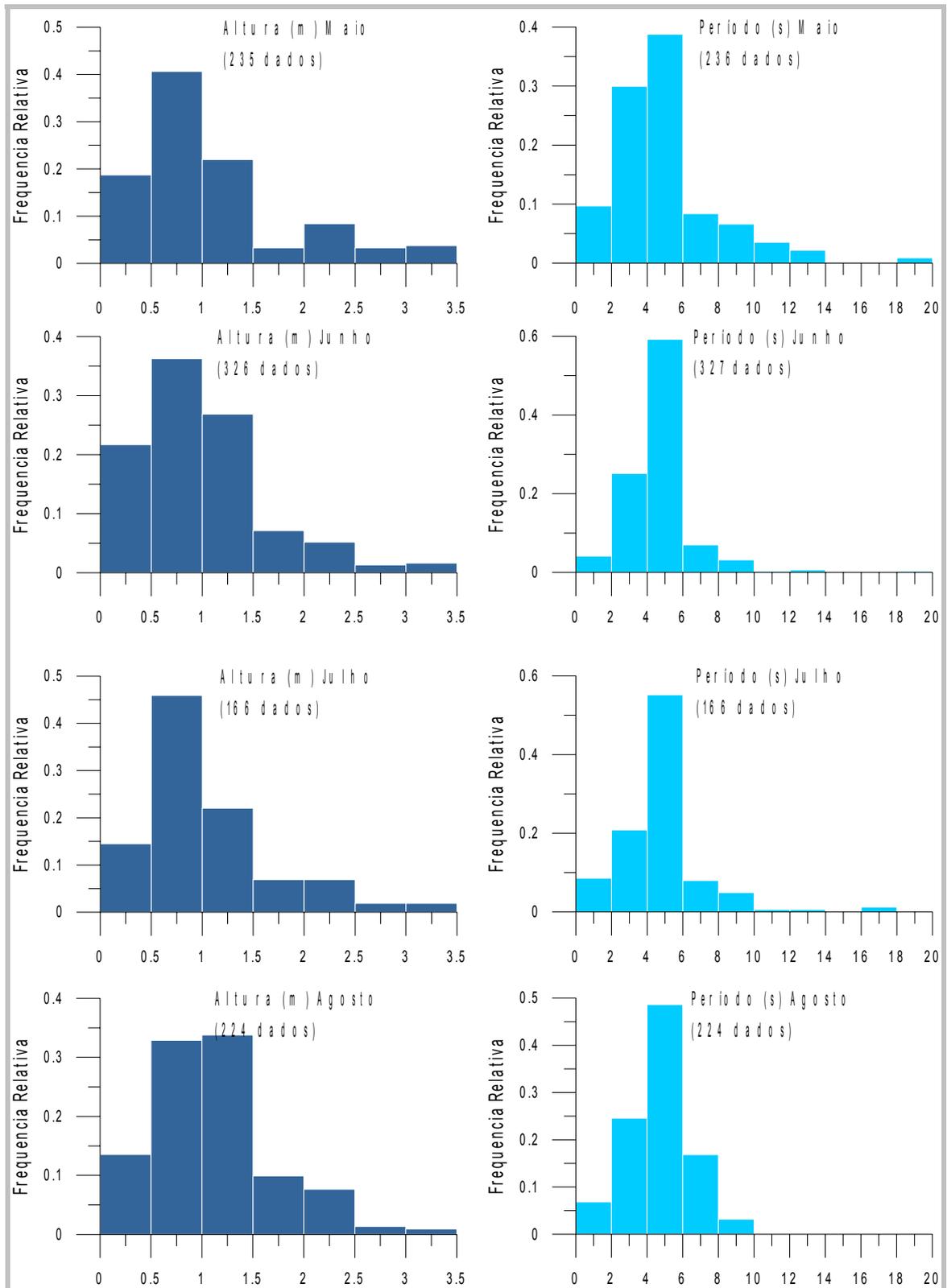


FIGURA II.5.1.2-7: HISTOGRAMAS DE ALTURA E PERÍODO DE ONDAS, PARA OS MESES DE MAIO A AGOSTO, ELABORADOS COM OS DADOS DO BNDO.

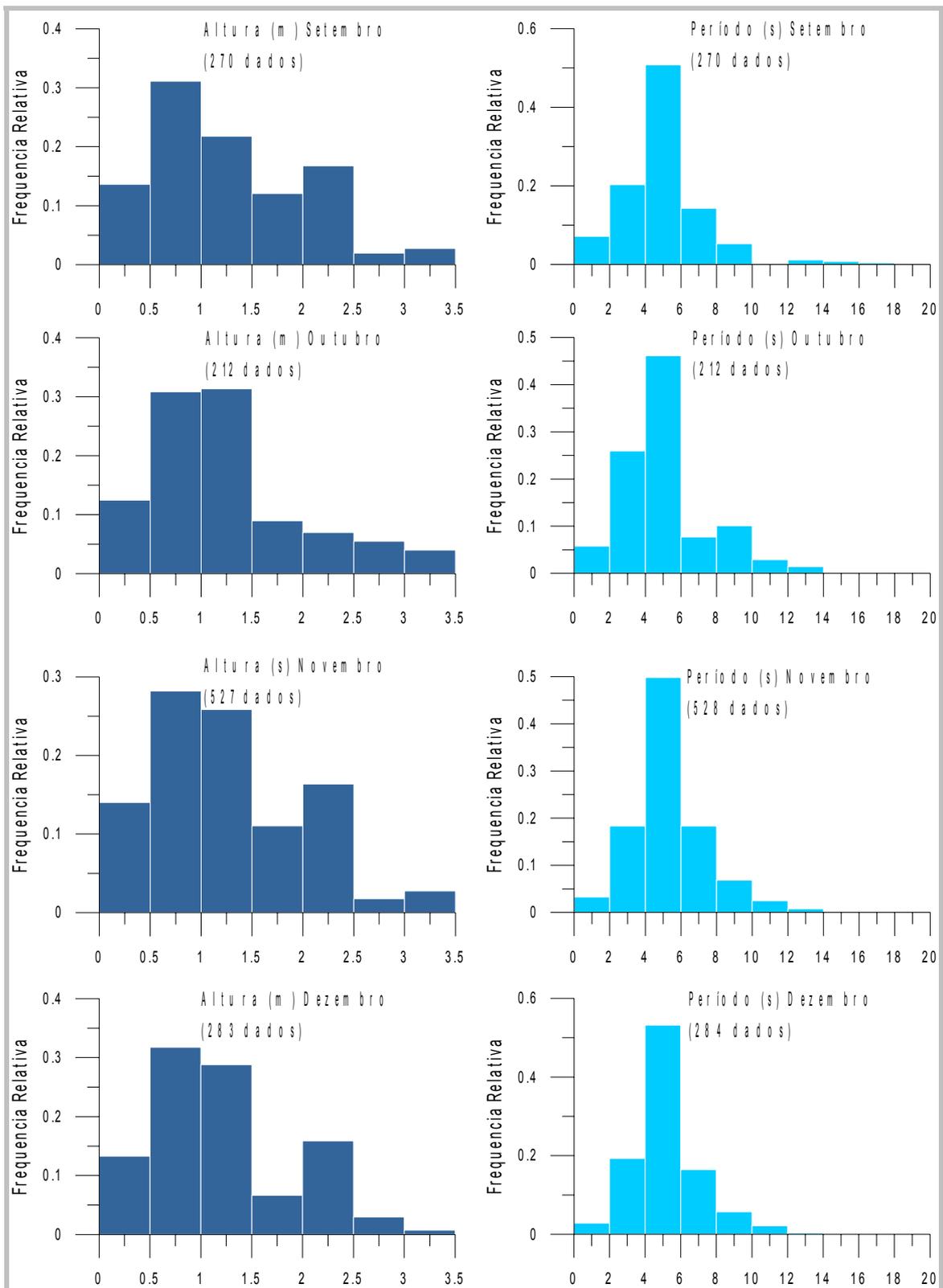


FIGURA II.5.1.2-8: HISTOGRAMAS DE ALTURA E PERÍODO DE ONDAS, PARA OS MESES DE SETEMBRO A DEZEMBRO, ELABORADOS COM OS DADOS DO BNDO.

A classe de altura mais freqüente é a de 0,5 a 1 m, enquanto que a do período é a de 4 a 6 s. Embora não existam dados de direção no BNDO, os valores mais freqüentes de altura e período são semelhantes aos observados por VIOLANTE-CARVALHO (1998).

Nota-se, ainda, a maior ocorrência de valores extremos nos dados do BNDO. Como estes dados são coletados a bordo de navios, ao longo de suas rotas, os valores de altura e período são observados visualmente, diferentemente das análises de VIOLANTE-CARVALHO (1998). Ressalta-se que a incidência de erros é muito freqüente nesse tipo de medição, em decorrência da subjetividade da amostragem.

d) Regime de Marés:

A maré pode ser classificada, quanto ao seu período, como maré diurna, semidiurna, mista, principalmente diurna, ou mista, principalmente semidiurna (POND & PICKARD, 1978).

Para classificar a maré, calcula-se um fator que leva em consideração a amplitude das principais componentes diurnas e semidiurnas. Esse fator é definido por:

$$F = \left(\frac{(K_1 + O_1)}{(M_2 + S_2)} \right)$$

De acordo com este fator, a maré é classificada em:

F = 0 a 0,25: Maré semidiurna: maré cujo período é de, aproximadamente, 12 h. Neste caso, têm-se duas marés altas e duas marés baixas, em 24 horas. A altura de uma preamar é praticamente igual à outra, o mesmo acontecendo com a baixamar.

F = 0,25 a 1,5: Maré mista, principalmente semidiurna: maré com grandes diferenças de altura entre suas preamares e baixamares. Essa maré é, na maioria das vezes, semidiurna, podendo ser diurna em algumas épocas do ano.

F = 1,5 a 3,0: Maré mista, principalmente diurna: maré com grandes diferenças de altura entre suas preamares e baixamares. Essa maré é, na maioria das vezes, diurna, podendo ser semidiurna ou diurna em algumas épocas do ano.

F > 3,0: Maré diurna: maré cujo período é de 24 h, aproximadamente. Nesse caso, tem-se apenas uma maré alta e uma maré baixa, em 24 horas.

Para a caracterização da maré, na região do *Campo de Polvo*, foram utilizadas as constantes harmônicas, medidas em duas estações maregráficas, na Baía

de Campos (FEMAR, 2000), localizadas em 22° 42' S e 40° 50,2' W (Enchova II) e em 22° 54' S e 40° 47' W (Fundeio 1 – Sul). A localização dessas estações em relação ao *Campo de Polvo* pode ser observada na **Figura II.5.1.2-9** e as constantes harmônicas encontram-se no **Quadro II.5.1.2-5**.

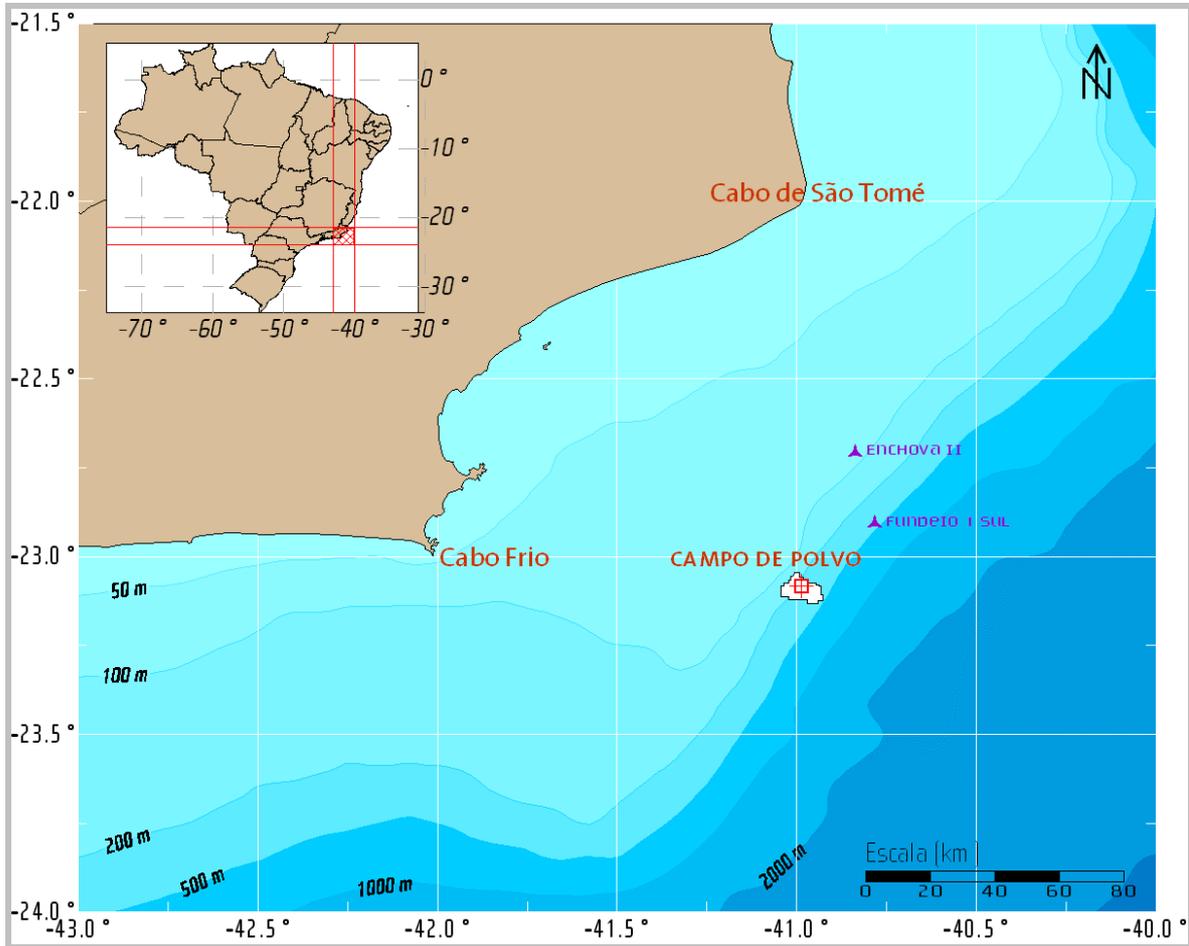


FIGURA II.5.1.2-9: POSICIONAMENTO DAS ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS UTILIZADAS.

QUADRO II.5.1.2-5: VALORES DE AMPLITUDE E FASE DAS PRINCIPAIS COMPONENTES HARMÔNICAS, CALCULADAS PARA AS ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS UTILIZADAS.

| COMPONENTE | FUNDEIO 1 – SUL | | ENCHOVA II | |
|------------|-----------------|------|------------|------|
| | AMPLITUDE | FASE | AMPLITUDE | FASE |
| Q1 | 2,7 | 77 | 5,4 | 75 |
| O1 | 8,7 | 103 | 11,3 | 75 |
| K1 | 4,9 | 142 | 6,2 | 144 |
| N2 | 4,9 | 109 | 6,2 | 83 |
| M2 | 31,5 | 90 | 32,4 | 83 |
| S2 | 14,8 | 82 | 16,2 | 88 |
| K2 | 5,8 | 69 | 4,4 | 88 |

FONTE: FEMAR, ACESSADO EM 2005.

Para a região de interesse, temos:

$F1 = (4,9+8,7) / (31,5+14,8) = 0,29$ – maré mista, predominantemente semidiurna.

$F2 = (6,2+11,3) / (32,4+16,2) = 0,36$ – maré mista, predominantemente semidiurna.

Podemos calcular, também, segundo a formulação de POND & PICKARD (1978), a média da amplitude das marés de sizígia, que, nesse caso, será:

$2(M2+S2) = 92,6$ cm para a estação Fundeio 1 – Sul e;

$2(M2+S2) = 97,2$ cm para a estação Enchova II.

Portanto, podemos classificar a maré da área do *Campo de Polvo* como sendo mista, predominantemente semidiurna, e com amplitudes médias de maré de sizígia, variando entre 92,6 e 97,2 cm.

Na **Figura II.5.1.2-10**, apresenta-se um gráfico com a elevação da superfície do mar, calculada com as constantes harmônicas, obtidas das duas estações, para o ano de 2005. Os valores máximos e mínimos para cada série são identificados pelas linhas tracejadas. A elevação máxima calculada com os dados da estação Enchova II foi de 65 cm, e da estação 1 – Sul foi de 58 cm.

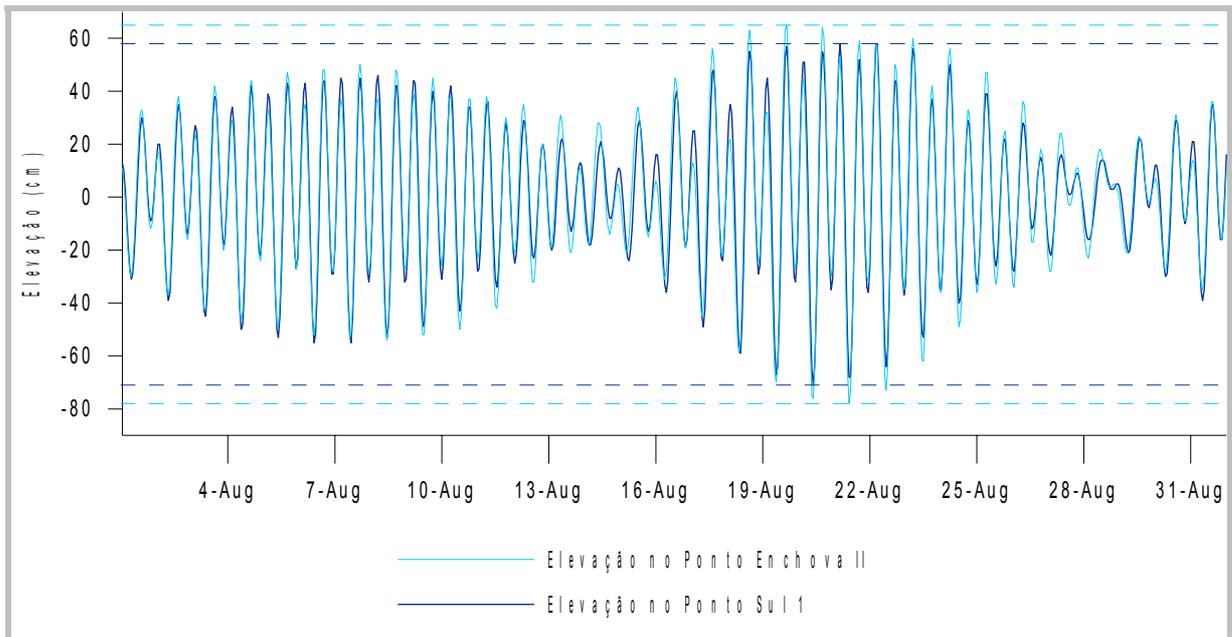


FIGURA II.5.1.2-10: ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR (CM) PARA O PERÍODO DE AGOSTO DE 2005.
FONTE: FEMAR, ACESSADO EM 2005.

e) Regime de Correntes:

A circulação oceânica da região de estudo está sob a influência do giro subtropical do Atlântico Sul, que faz parte da circulação de larga escala que ocorre nas bacias dos oceanos mundiais (STRAMMA, 1991). Esta circulação é complexa e apresenta características e padrões que variam ao longo da coluna d'água.

Entre a superfície e 500 m, aproximadamente, a região onde está localizado o *Campo de Polvo* sofre influência da Corrente do Brasil (CB). Trata-se de uma corrente quente e salina, que flui de Norte para Sul, ao longo da costa brasileira, no bordo Oeste do giro subtropical do Atlântico Sul. A CB é normalmente encontrada sobre a Plataforma Continental ou próxima ao talude continental (FUNDESPA/IOUSP/PETROBRAS, 1994).

Apresenta-se, a seguir, algumas estimativas de valores de transporte e de velocidade da Corrente do Brasil, de acordo com a literatura consultada.

- ▶ EVANS *et al.* (1983) observaram a Corrente do Brasil fluindo através dos bancos mais próximos à costa, a partir de uma pesquisa batitermográfica (XBT) e um estudo hidrográfico realizado entre as latitudes de 19° S e 25° S, que permitiram localizar a corrente tanto ao norte quanto ao sul da cadeia Vitória-Trindade (20,30° S).

Nesse estudo, transportes geostróficos foram estimados para uma seção hidrográfica, assumindo-se níveis de 500 e 1000 m.

Valores de, aproximadamente, 3,8 Sv e 6,8 Sv (1Sv = 106 m³s⁻¹) foram registrados para o transporte através do canal, nos bancos, em 20° 28' S, relativos a 500 m e 1.000 m, respectivamente, sendo a velocidade superficial observada igual a 0,52 m/s.

Utilizando-se relações T-S, também foram calculados transportes para seções de XBT, resultando em uma estimativa de 4,4 Sv para a latitude de 21° 40' S. A velocidade da corrente registrada nesta latitude foi de 0,61 m/s.

- ▶ LIMA (1997) calculou o transporte para Sul da Corrente do Brasil como sendo de $2,2 \pm 5,5$ Sv, na latitude de 22° S, estando de acordo com as estimativas do transporte geostrófico, feitas anteriormente, para a região.
- ▶ SIGNORINI *et al.* (1978). Para obter informações sobre a variação espacial da estrutura térmica e localizar a Corrente do Brasil, ao Norte e ao Sul dos bancos submarinos da Cadeia Vitória-Trindade (20° 30' S), realizou-se, em abril de 1982, um levantamento oceanográfico na região.

A estrutura da corrente e o transporte de volume, relativos a 500 m de profundidade, foram obtidos, usando-se dados hidrográficos e, também, medidas com XBT.

O balanço do transporte de volume, através de todas as seções entre 19° S e 22° S, indicou que a Corrente do Brasil flui através da passagem entre os bancos localizados mais próximos da costa. O transporte de volume resultante obtido foi de 2,9 Sv.

Um resumo dos resultados obtidos a partir do levantamento bibliográfico pode ser observado no **Quadro II.5.1.2-6**.

QUADRO II.5.1.2-6 - VALORES DE VELOCIDADE E TRANSPORTE DA CORRENTE DO BRASIL, OBTIDOS DA BIBLIOGRAFIA.

| LATITUDE | DATA | PROFUNDIDADE DE REFERÊNCIA (M) | TRANSPORTE (SV) | VELOCIDADE (M/S) | REFERÊNCIA |
|-----------|-------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| 20° 28' S | 04/1982 | 500 A 1000 | 3,8 A 6,8 | 0,52 | EVANS <i>ET AL</i> (1983) |
| 20° 30' S | 04/1982 | 500 | 2,9 | - | SIGNORINI <i>ET AL</i> (1989) |
| 21° 40' S | 04/1982 | 500 | 4,4 | 0,61 | EVANS <i>ET AL</i> (1983) |
| 22° | 02/1994 A 05/1995 | - | 5,5 ± 2,2 | - | LIMA (1997) |

Para auxiliar a caracterização das correntes em superfície, foram utilizados dados obtidos por bóias de deriva do Projeto Nacional de Bóias (PNBOIA), contribuição brasileira ao *Global Ocean Observing System* (GOOS), gerenciado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Os dados transmitidos pelas bóias são disponíveis na internet, em www.dsr.inpe.br/pnboia/pnboia.html.

Para as análises realizadas neste relatório, foram selecionadas as bóias que passaram pelo bloco ou por região próxima. Os dados analisados foram obtidos de três bóias, duas lançadas no ano de 2001 e uma lançada em 2002 (**Figura II.5.1.2-11**).

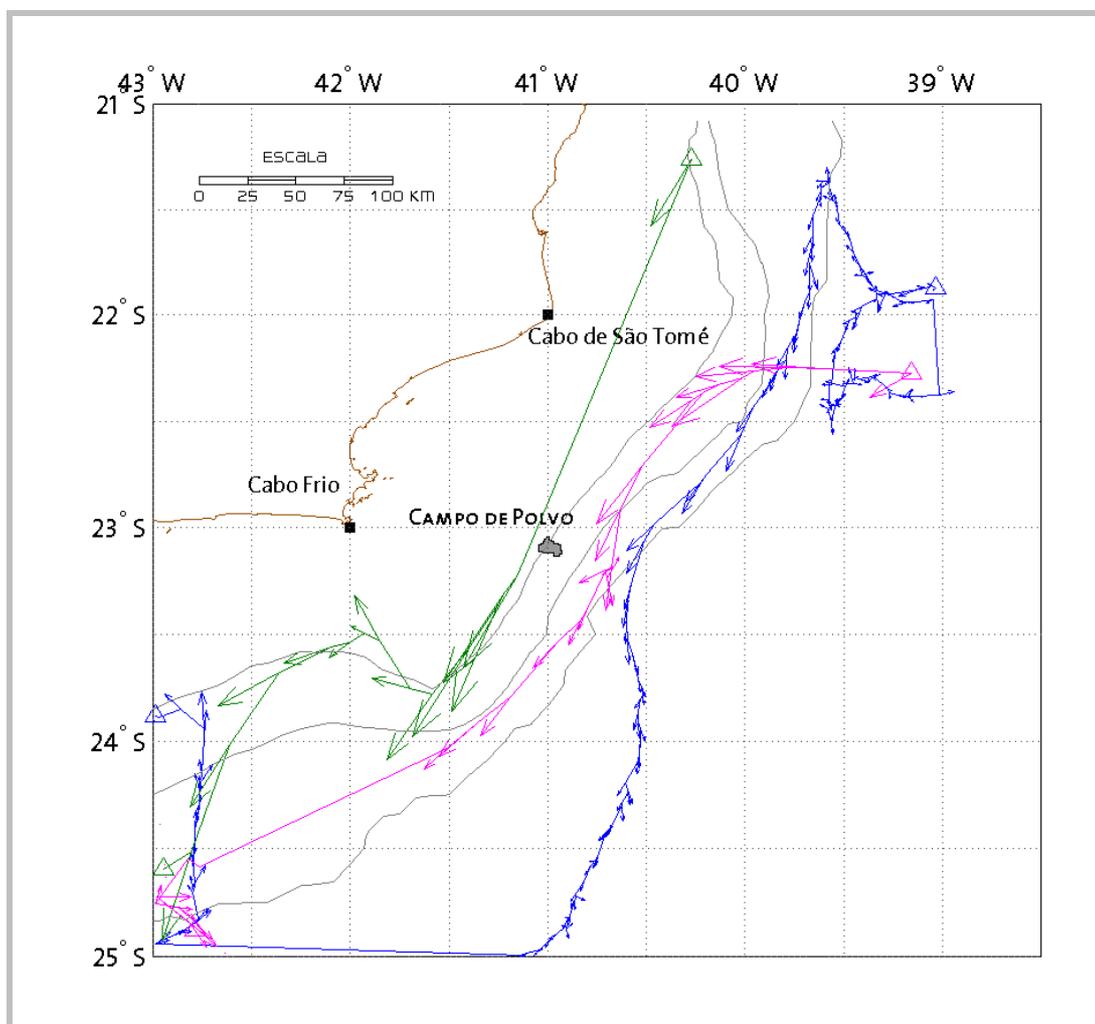


FIGURA II.5.1.2-11: TRAJETÓRIA DAS BÓIAS DE DERIVA DO PROJETO PNBOIA, NA REGIÃO CAMPO DE POLVO

O comportamento dos três derivadores em questão salientam a presença da Corrente do Brasil na região de estudo. As trajetórias apresentadas em verde e rosa, na **Figura II.5.1.2-11**, derivam sobre o talude continental (entre as isóbatas de 200 e 2.000 m), paralelas à linha da costa.

A trajetória azul, da bóia lançada mais distante da costa, sugere a presença de dois vórtices na região. O primeiro encontra-se na direção do Cabo de São Tomé, em, aproximadamente, 39° W e 22° S, e possui sentido ciclônico. O segundo encontra-se na direção do Cabo Frio, seu sentido anticiclônico é evidenciado pela volta realizada pelo derivador, ao afastar-se da costa, aos 40,5° W, e retornar em 43° W. Estes fenômenos transientes são bastante comuns na região (FRAGOSO, 2004).

II.5.1.2.2 Ressurgência

A região entre Cabo de São Tomé e Cabo Frio apresenta um fenômeno oceanográfico peculiar, que embora ocorra com mais frequência do lado oeste dos continentes (costa do Peru, Califórnia, Namíbia etc.), se faz presente nesse trecho da costa brasileira. Trata-se do fenômeno conhecido como ressurgência costeira.

O termo ressurgência é utilizado pelos oceanógrafos para designar o movimento ascendente de águas das camadas inferiores, capaz de carrear nutrientes para a zona eufótica e assim propiciar o início da cadeia trófica marinha. Sua dinâmica é capaz de gerar mudanças drásticas nas regiões onde ocorrem, alterando a biota marinha e o clima local (Torres Jr., 1995). As águas ressurgidas, provenientes de profundidades de poucas centenas de metros, são geralmente mais frias e desta forma, as regiões de ocorrência de ressurgência apresentam temperaturas de superfície do mar anômalas em relação à média para suas respectivas latitudes (Oda, 1997).

Na região de estudo, a ressurgência se faz presente na costa do Rio de Janeiro, principalmente na região do Cabo Frio. Torres Jr., (1995) realiza uma revisão dos trabalhos realizados a respeito da ressurgência de Cabo Frio, que desde o trabalho pioneiro de Alard (1955) apud Torres Jr, (1995) vem sendo estudada, tornando-se o fenômeno oceanográfico mais investigado no Brasil. O mecanismo gerador da ressurgência de Cabo Frio está associado ao clássico mecanismo de Ekman, que cria divergência horizontal na superfície do oceano, devido aos efeitos combinados da rotação da Terra e da fricção do vento. Essa divergência induz o movimento vertical ascendente das águas sub-superficiais por conservação de massa.

A região de Cabo Frio apresenta algumas características geomorfológicas, meteorológicas e oceanográficas que permitem a ocorrência da ressurgência. A região fica sobre o domínio do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), com predominância de ventos de nordeste. A partir de Cabo Frio ocorre a inflexão da orientação da linha de costa de norte-sul para leste-oeste. A conjunção desses dois fatores é favorável à ocorrência da ressurgência, uma vez que o transporte de Ekman se dá à esquerda da direção do vento e assim, a água costeira é transportada em direção ao talude (Oda, 1997). No caso de Cabo Frio a água ressurgida é a ACAS e a disponibilidade dessa massa d'água em camadas mais rasas da coluna d'água na região ao largo de Cabo Frio é outro fator importante para que o mecanismo de ressurgência possa ocorrer na região

(Torres Jr., 1995). As características termohalinas das águas ressurgidas nessa região é de temperaturas entre 12° e 18° C e salinidade variando entre 34,5 e 36.

A ressurgência afeta também as interações oceano/atmosfera na região, como o efeito na circulação de brisa marítima/terrestre que por sua vez também intensifica a ressurgência, resultando então num processo de retroalimentação entre a circulação oceânica e atmosférica na região (Rodrigues, 1997; Oda, 1997).

Com relação às correntes, a ressurgência afeta principalmente a convecção (correntes verticais), aumentando a velocidade em direção à superfície, na região onde ela ocorre.

II.5.1.2.3 Condições Extremas

A região sudeste do Brasil é, freqüentemente, influenciada pela passagem de sistemas frontais. A influência desses sistemas no oceano é expressa em alterações substanciais no regime hidrodinâmico, em função de efeitos locais ou de fenômenos sinóticos, tais como a chegada de grandes ondulações, geradas, por exemplo, em altas latitudes.

O mês de setembro foi identificado como sendo o de maior incidência desses fenômenos, na região do Bloco BM-C-8. Os dados de onda do BNDO mostram, ainda, que, nesse mês, a ocorrência de ondas com alturas entre 2 a 2,5 m é superior a 10%, como mostra a **Figura II.5.1.2-8**, sendo este o maior índice registrado para essa classe de alturas, nos dados analisados.

Com base nos dados analisados, pode-se considerar setembro como sendo o mês mais propício à ocorrência de eventos extremos na região.

II.5.1.2.4 Considerações Finais

A análise dos dados oceanográficos da região adjacente ao *Campo de Polvo*, na Bacia de Campos, mostrou a presença de todas as massas d'água apresentadas por SILVA *et al* (1982), com exceção da Água Profunda do Atlântico Norte. Foram, ainda, encontradas variações sazonais bem marcadas nos perfis de temperatura e salinidade, para os períodos de inverno e verão.

A análise do clima de ondas da região mostrou a presença de duas situações bem distintas na geração da ondulação presente, a geração de mar local de quadrante NE e E, pela presença do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, e a geração de *swell* de SW/S/SE, pela evolução de ciclones extratropicais no extremo sul do Atlântico. Estes últimos podem, ainda, se deslocar à região de interesse, gerando outro tipo de mar local, caracterizado, também, por ondas de direção S.

Os dados de correntes mostram que a região é influenciada principalmente pela Corrente do Brasil, sujeita à variabilidade espaço-temporal dos vórtices associados, como pode ser observado nos dados de superfície do projeto PNBOIA.