

O entendimento da dinâmica ambiental na Baía da Ribeira, sobretudo da circulação das águas, tem grande importância quando se sabe da Central Nuclear Angra I (Central Nuclear Almirante Alvaro Alberto) instalada na enseada de Itaorna, e que o seu efluente líquido é lançado na Baía da Ribeira, mais precisamente, no saco de Piraquara de Fora. O efluente líquido lançado no mar é tratado previamente para decair a radioatividade a níveis naturais, porém sempre há riscos de vazamentos acidentais, ou mesmo de uma biomagnificação dos radionuclídeos de meia-vida longa, como Cs^{137} e Co^{60} . Desta forma, radionuclídeos são introduzidos no mar, após decaimento radioativo, diluídos em grandes volumes e dispersados pelo fluxo das correntes, podendo, entretanto, ser novamente concentrados em sedimentos, em partículas em suspensão, e em grandes variedades de animais e plantas (GUIMARÃES, 1982:10).

Os radionuclídeos de comportamento físico-químico precipitante vão se concentrar na biota marinha, que é frequentemente mobilizada pela hidrodinâmica. Esta mobilização se realiza em épocas de maior energia nos fluxos das correntes e provoca transferên-

cias de materiais sedimentares nos compartimentos internos da Baía da Ribeira com possibilidades de transferências para os compartimentos externos do litoral (LIMA, 1985).

O objetivo deste trabalho foi, a partir do conhecimento sobre as correntes marinhas na Baía da Ribeira, entender a hidrodinâmica deste corpo d'água em função das variações meteorológicas locais.

A hidrodinâmica da Baía da Ribeira é profundamente influenciada pela meteorologia local que tem sua gênese no movimento geral das massas de ar. Os sistemas frontais alteram a situação natural das águas calmas da Baía da Ribeira. As correntes induzidas de vento tornam-se importantes a cada passagem de frente-fria. A velocidade dos ventos vai aumentando gradativamente com a aproximação da frente e induzindo correntes marinhas, também com velocidades cada vez maiores. Na Baía da Ribeira, dentro das enseadas, a circulação é bem definida segundo o regime dos ventos, sendo destrógera quando dos ventos de tempo bom, e sinistrógera quando dos ventos de pós-frontal (FURNAS, 1980:26). (Figuras 02 e 03)

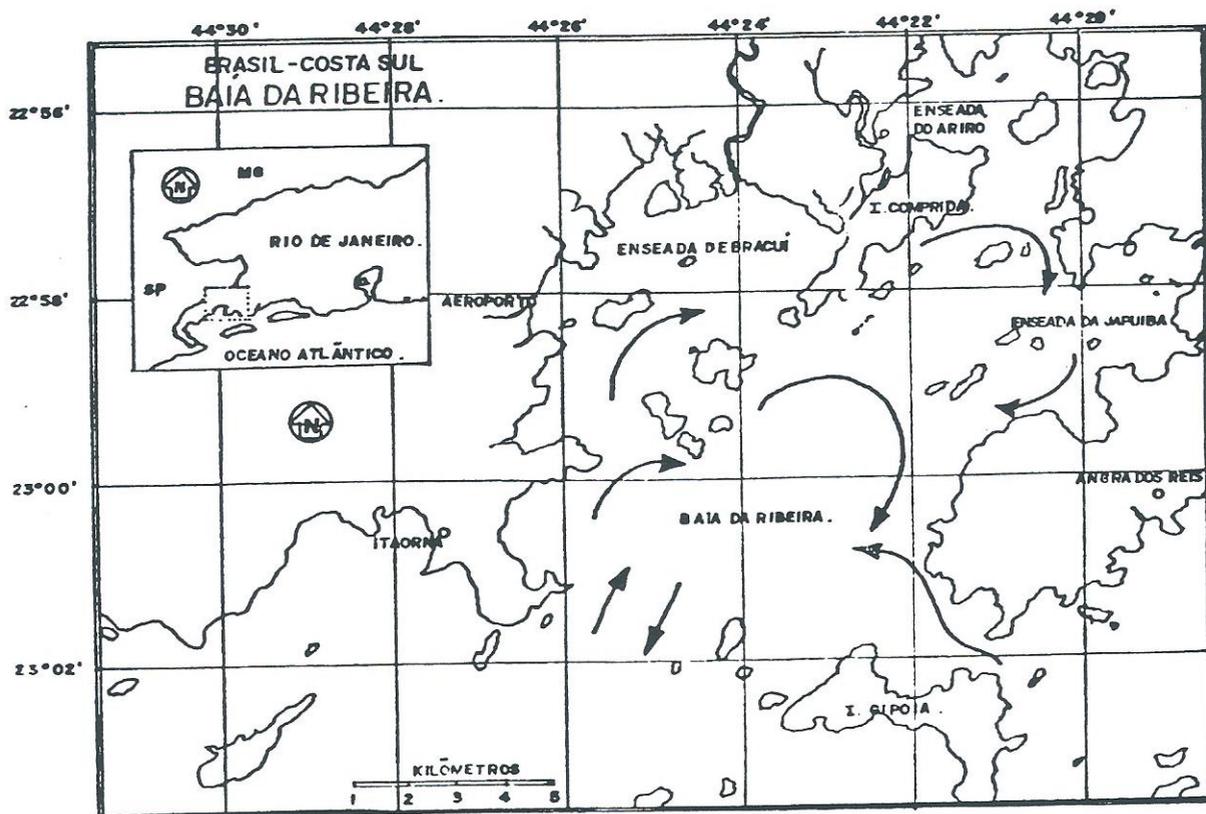


Figura 02 – Direção destrógera das correntes induzidas de vento em situação meteorológica de tempo bom.

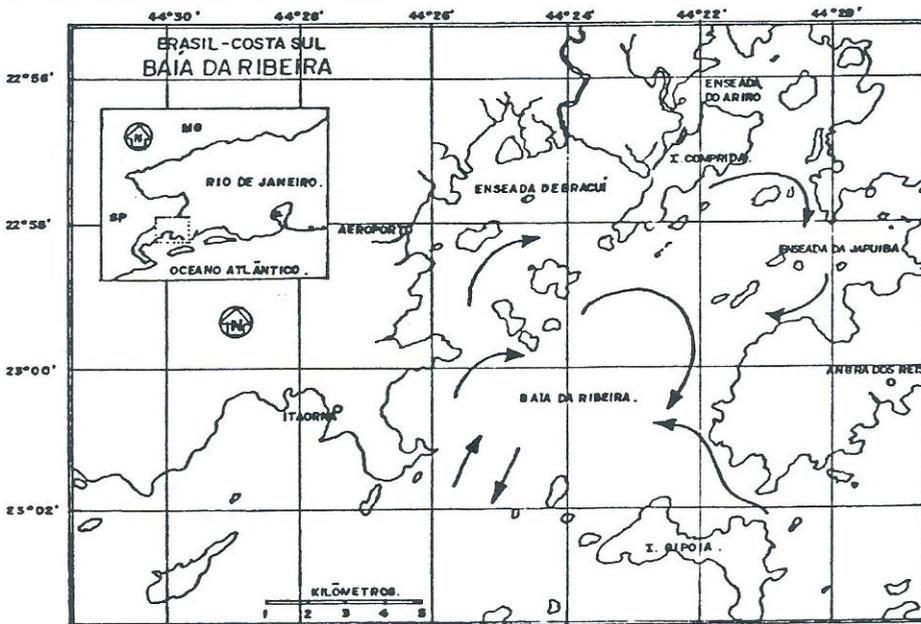


Figura 03 – Direção sinistrógera das correntes induzidas de vento em situação meteorológica de pós-frontal.

Não é possível entender a hidrodinâmica da Baía da Ribeira sem conhecer a meteorologia local, e para caracterizar os fenômenos meteorológicos que têm lugar na região da Baía da Ribeira é preciso entender a circulação geral das massas de ar, porque estas influenciam decisivamente nas condições meteorológicas do tempo.

METEOLOGIA

O predomínio absoluto de "calmarias" no regime dos ventos da Baía da Ribeira é devido a proximidade do anticiclone do Atlântico sul centrado a ESE do Rio de Janeiro (28° de latitude sul no verão e 23° de latitude sul no inverno), que também definem ventos fracos de E e NE (BARBIÉRE, 1981:231).

O domínio da massa tropical atlântica sobre a região faz com que haja estabilidade meteorológica, com céu claro. Mas, com as passagens de frentes-frias, ocorre instabilidade periódica do tempo.

Um anticiclone polar migratório forma-se nas regiões polares dando origem a uma massa de ar que, periodicamente, invade o continente sul-americano. Esta massa bifurca-se em duas, devido à presença da Cordilheira dos Andes, disposta no sentido meridional, na entrada do continente. Uma massa de ar avança pelo lado do Atlântico e a outra pelo lado do Pacífico, até que esta transpõe a cordilheira, pois assume a direção SW, e se encontra com a massa polar do Atlân-

tico, gerando frontólise na frente polar pacífica. A massa polar pacífica, agora reforçada, empreende com mais vigor sua incursão sobre o continente, por um corredor formado entre os anticiclones do Atlântico e do Pacífico, solicitada que é pela depressão do Chaco, área de baixa pressão, de origem relacionada com a dinâmica ondulatória do avanço da massa polar (MONTEIRO, 1968:125).

A penetração da massa polar atlântica no continente sul-americano e o seu encontro com a massa tropical produzem fortes turbulências atmosféricas na área da frente, devido ao contraste térmico entre as duas massas. A massa tropical, por ser mais quente e leve, ascende sobre a massa polar, na forma de uma rampa. A massa invasora é fria e úmida, devido ao seu caráter marítimo e segue a direção SW-NE. À medida em que a massa avança nas regiões tropicais do Brasil, na Baía da Ribeira produz-se forte advecção do ar tropical e a pressão atmosférica começa a se elevar. Os ventos rondam vindo de NE e N, com velocidades de 5 até 10 nós. O tempo ainda é bom. A massa polar continua avançando e a frente com ela e, por onde a frente-fria passa, o tempo se instabiliza. Com a aproximação da frente, os ventos permanecem rondando, vindos de NW e de W, com velocidades maiores, chegando a 15 nós. Com a passagem da frente pela região da Baía da Ribeira, a pressão atmosférica cai rapidamente. A temperatura se eleva. O céu começa a se encobrir por nuvens de advecção dinâmica (cúmulus e

cúmulus-nimbus). Chove fortemente, com trovoadas. Após a passagem da frente-fria, a temperatura cai abruptamente, e a pressão atmosférica se eleva, como resultado do predomínio da massa polar que segue a frente-fria. Os ventos rondam de SW, S e SE com velocidades que chegam a atingir 25 nós (FURNAS, 1980:49). A situação meteorológica é chamada de pós-frontal. É normal, nesta situação, ocorrerem chuvas torrenciais. (Figura 04)

vento formuladas por Balot e Stepheson (apud PETERSON, 1969:33). Quanto mais próximas as áreas de pressão atmosféricas diferentes estiverem, maiores serão as velocidades dos ventos, que terão a direção da área de maior pressão para a de menor.

HIDRODINÂMICA

A hidrodinâmica é definida por correntes de

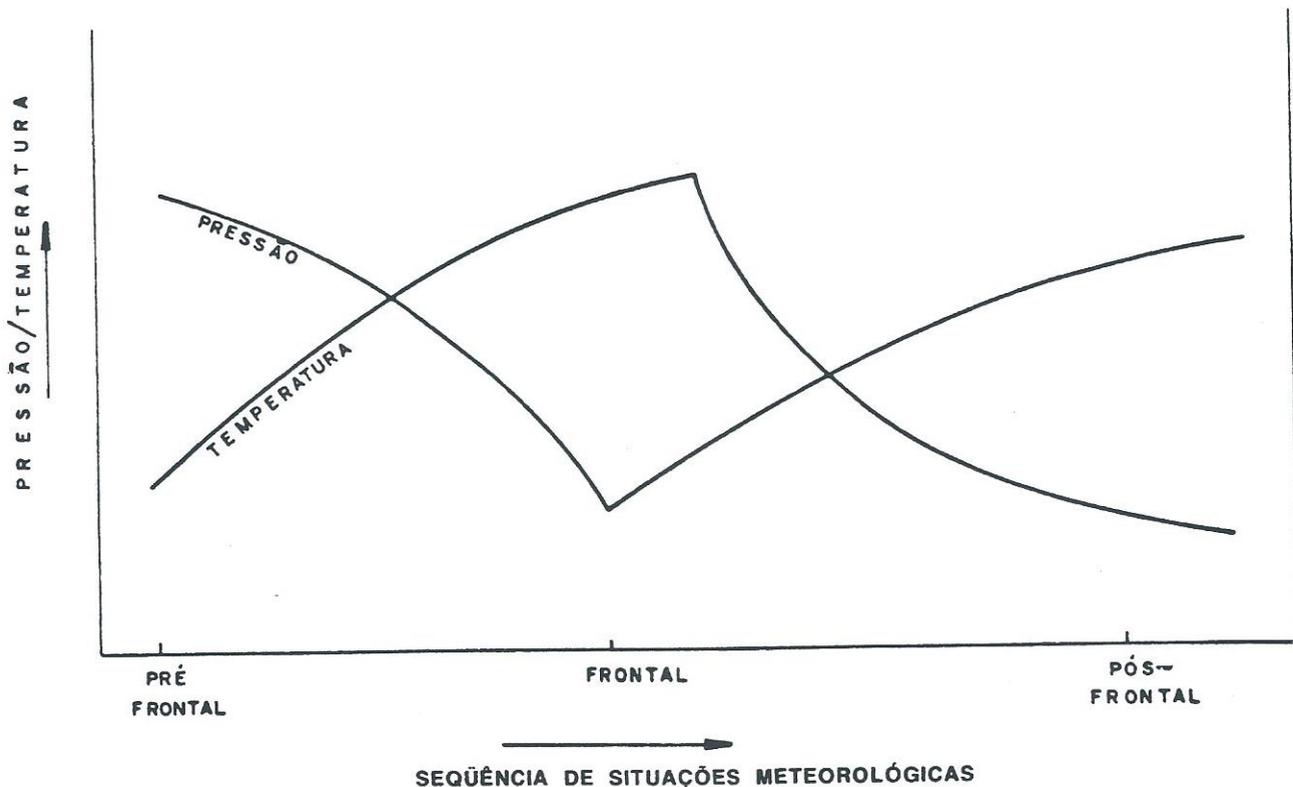


Figura 04 – Comportamento da temperatura do ar com a passagem de uma frente-fria.

Quando a massa polar avança para o Espírito Santo, já no Oceano Atlântico, ela começa a tropicalizar-se, assimilando as características ambientais das áreas por onde ela passa. Vai tornar-se uma massa tropical e, então, é incorporada ao sistema anticiclônico tropical.

Com o avanço da frente, o tempo bom começa a ser restabelecido na Baía da Ribeira. Os ventos, vindos de E e de NE, perdem força, com velocidades sempre inferiores a 5 nós e há predomínio de calmarias. A causa do aumento da velocidade dos ventos, com a aproximação da frente-fria, é uma das leis do

marés, correntes induzidas de vento e correntes de densidade. Foi constatado, através de pesquisa efetuada sob o convênio FURNAS – UFF (LIMA, 1985:15-9), que na Baía da Ribeira o efeito de maré é minimizado, mesmo em sizígias. A causa desta minimização é que, na entrada da Baía da Ribeira, situa-se a Ilha Grande, que divide as correntes de maré em duas vertentes. Uma penetra a baía pelo lado oriental e a outra pelo lado ocidental e se encaminham em direções opostas, cruzando-se e, no ponto de reflexão, elas perdem velocidade e diminui a altura das ondas. A amplitude de maré, em situação de sizígia é de 1,2 m

(FURNAS, 1980). Porém, esta minimização das correntes de maré não as tornam negligenciáveis para o transporte de materiais sedimentares, metais estáveis e radionuclídeos associados (LIMA, 1985:139).

As correntes induzidas de vento são bastante fortes quando da passagem das frentes-frias. Em situação de pós-frontal, com ventos de componente sul, as correntes dentro da baía chegam à 10 milhas/hora. (FURNAS, 1980:53).

Uma corrente constante, claramente definida, passando pelo canal da Gipóia, penetra pela Baía da Ribeira. Esta corrente é citada por Lacombe (LACOMBE, 1977:7). No seu percurso, esta corrente passa por entre as ilhas de Paquetá e Itanhangá, prossegue até a Lage do Sítio e retorna em direção a saída da baía, passando entre a Ilha Comprida e a Ponta do Coqueirão, com forte correnteza. A localização dos cirripédios corrobora esta afirmativa. Por onde passa a corrente as águas são renovadas, aumentando o teor de oxigênio dissolvido e sendo enriquecida em nutrientes, que favorece a fixação das algas bentônicas. Possivelmente, essa corrente seja uma ramificação secundária da corrente da Baía da Ilha Grande que penetra a Baía da Ribeira.

CONCLUSÕES

Há uma relação intrínseca entre a hidrodinâmica da Baía da Ribeira e a meteorologia local, e não há como compreender a circulação das águas sem relacionar os fatos da hidrodinâmica com as situações meteorológicas que se sucedem.

As correntes induzidas de vento assumem um papel fundamental no transporte e circulação das águas da Baía da Ribeira, sendo determinadas pela meteorologia local, tanto em velocidade, quanto em suas direções. Em situação meteorológica de tempo bom as correntes marinhas são fracas e destrógeras, isto é, com deflexão para a direita. Em situação meteorológica de pós-frontal, as correntes dentro da baía chegam a ter, algumas vezes, até 10 milhas/hora e com forte deflexão para a esquerda, sinistrógera. Portanto, a cada passagem de frente-fria, a hidrodinâmica da Baía da Ribeira fica mais competente. No inverno é a época em que a passagem das frentes-frias são mais freqüentes, por isso, a competência das correntes em remobilizar os materiais sedimentares é aumentada mais freqüentemente, a cada intervalo de 5 dias.

A possibilidade da transferência de materiais sedimentares na Baía da Ribeira, entre os seus com-

partimentos internos, e mesmo de dentro da baía para fora, não pode, a priori, ser descartada. Na verdade, tudo nos leva a crer nesta possibilidade, seja pelo fluxo e refluxo de maré, seja pela corrente secundária da Baía da Ilha Grande, ou seja pelas correntes induzidas de vento.

As correntes induzidas de vento remobilizam o sedimento superficial, ressuscitando-os e transportando-os, devido a turbulência. A direção normal destas correntes dentro da Baía da Ribeira, quando de situação meteorológica de tempo bom, é destrógera. Porém, em situação meteorológica de pós-frontal, as correntes invertem sua direção, e passam a seguir em direção sinistrógera. (Figuras 02 e 03)

No inverno, as passagens de frentes-frias sobre a região da Baía da Ribeira são mais freqüentes. As situações de pós-frontal podem se repetir a cada 5 dias. Como a instabilidade permanece até 48 horas depois da passagem da frente-fria, há uma suspensão quase permanente no fundo da baía, nas enseadas de menor profundidade.

No verão, ao contrário, as passagens de frentes-frias sobre a região da Baía da Ribeira são menos freqüentes, num ciclo que leva de 15 a 20 dias. A velocidade dos ventos também é atenuada, com a debilidade da massa fria, que já chega tropicalizando-se. A velocidade dos ventos é decorrente da diferença de pressão entre as duas massas: a tropical e a polar invasora. Como no verão a diferença de pressão entre as duas massas é menor, a velocidade dos ventos de pós-frontal também é menor. Por isso induzem correntes com velocidades mais reduzidas.

Há, também, com a passagem de frentes-frias e instabilidade do tempo, chuvas torrenciais na região. Junta-se, então, nas enseadas, as suspensões de remobilização do sedimento superficial e as suspensões provenientes do aporte continental. É bastante difícil identificar e quantificar a participação do aporte continental e das remobilizações de sedimento superficial nessas suspensões, porque as chuvas de instabilidade pós-frontal ocorrem juntamente com os ventos fortes que remobilizam o sedimento superficial. No entanto, uma avaliação comparativa pode ser feita, levando-se em conta a maior importância desses processos geradores de suspensão no decorrer do ano.

No verão (dezembro a março), o aporte continental é responsável por uma maior suspensão na Baía da Ribeira, visto que as passagens de frentes-frias sobre a região são mais espaçadas e de menor intensidade e é o verão o período de maior índice de

pluviosidade, conseqüentemente, de maior aporte continental.

No inverno (julho a setembro), as remobilizações do sedimento superficial são mais importantes que o aporte continental, como contribuidor das suspensões, porque as passagens de frentes-frias se re-

petem a cada semana, induzindo correntes marinhas com grande capacidade de remobilizar os sedimentos superficiais, e também, nessa época, a pluviosidade é bem reduzida, abaixo de 60 mm no mês de julho (BARBIÉRE, 1981:197).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIÉRE, E.B. O fator climático nos sistemas de recreação. **R. Bras. Geogr.** Rio de Janeiro, **43** (33) : 145-265, 1980.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Estudos hidrodinâmicos na Baía da Ribeira.** Femar, 1980.
- GUIMARÃES, J.R. **Acumulação por algas bentônicas de radionuclídeos críticos a serem lançados no efluente da Central Nuclear de Angra dos Reis.** Rio de Janeiro, Universidade Federal, Instituto de Biofísica, 1982 (Tese, Mestrado).
- LACOMBE, D. **Cirripédios na Baía da Ribeira em Angra dos Reis.** Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa da Marinha, 1977. (Boletim do IPqM, 109).
- LIMA, S.C. **Estudo sedimentológico, textural, mineralógico e geoquímico dos sedimentos superficiais e do material em suspensão na Baía da Ribeira, Angra dos Reis.** Niterói, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, 1985. (Tese, Mestrado).
- MONTEIRO, C.A.F. A grande região sul. In: **Geografia do Brasil.** 2 ed., Rio de Janeiro, IBGE, 1968, v.1., t.1. p.203.
- PETTERSSSEN, S. **Introduction to meteorology.** 3 ed., New York, Mac Graw-Hill, 1969.