

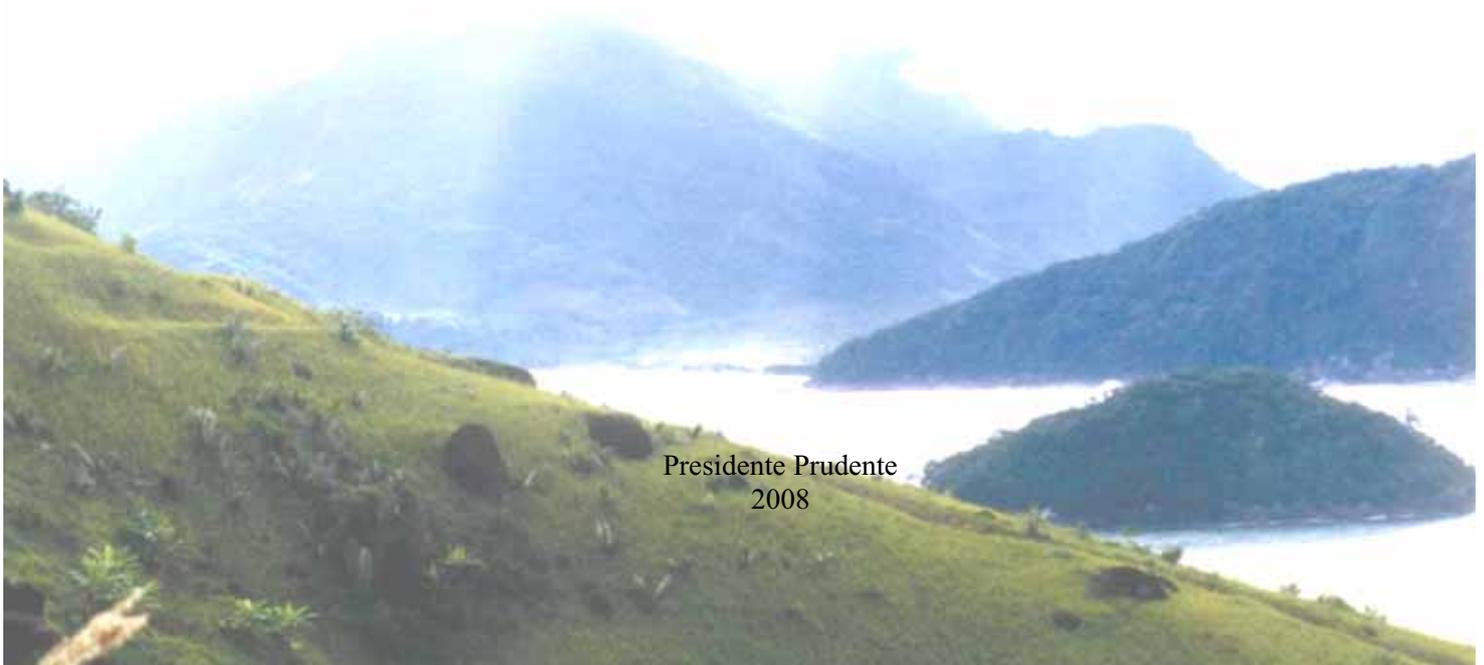
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Campus de Presidente Prudente

**VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR ASSOCIADA ÀS
SITUAÇÕES SINÓTICAS NA GÊNESE DOS EPISÓDIOS
EXTREMOS NO MUNICÍPIO DE UBATUBA/SP**

NEWTON BRIGATTI

Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto



Presidente Prudente
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Campus de Presidente Prudente

**VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR ASSOCIADA ÀS
SITUAÇÕES SINÓTICAS NA GÊNESE DOS EPISÓDIOS
EXTREMOS NO MUNICÍPIO DE UBATUBA/SP**

NEWTON BRIGATTI

Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia - Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental, para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Presidente Prudente
2008



B864v Brigatti, Newton.
Variação do nível do mar associada às situações sinóticas na
gênese dos episódios extremos no município de Ubatuba/SP
/ Newton Brigatti. – Presidente Prudente : [s.n.], 2008
xiv, 88 f. : il.

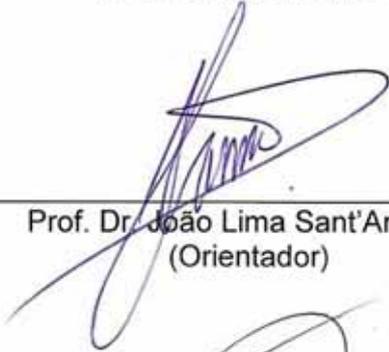
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade
de Ciências e Tecnologia
Orientador: João Lima Sant'Anna Neto
Banca: Edvard Elias de Souza Filho
José Tadeu Garcia Tommaselli
Inclui bibliografia

1. Análise rítmica. 2. Nível do mar. 3. Climatologia. Título. III.
Presidente Prudente – Faculdade de Ciências e Tecnologia.

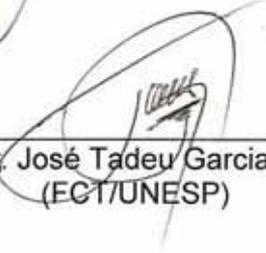
CDD(18.ed.) 910

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação - Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Campus de
Presidente Prudente

BANCA EXAMINADORA



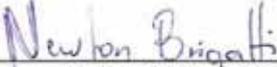
Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto
(Orientador)



Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli
(ECT/UNESP)



Prof. Dr. Edvard Elias de Souza Filho
(UEM)



NEWTON BRIGATTI

Presidente Prudente (SP), 31 de outubro de 2008.

Resultado: _____

Aprovado

*Dedico este trabalho
Aos meus pais queridos, Norival Brigatti (in memorian) e Elvira de
Barros Brigatti.
A minha linda família: Cléia, Nori, Lu, Stephanie, Mario, Elton. Pri e Henrique
A minha amada fortaleza, Solange, por tudo e mais um pouco.*

AGRADECIMENTOS

Tantos são aqueles que nos ajudam, nos incentivam e fazem do curto período de nossas vidas a mais interessante de todas as aventuras que, num momento como esse, sempre surge o pânico, próprio àqueles que não querem ser ingratos.

Se porventura este incauto autor venha a esquecer algum nome o qual, por qualquer motivo, sintasse omitido da relação abaixo, autorizo-os todos, desde já, a escreverem à lápis ou caneta seus nomes nestas folhas, pois em meu coração certamente já estão gravados.

Aos meus companheiros de laboratório de Climatologia: Ademilson (Roberval), Angela e Carlos pelos agradáveis momentos de convívio.

Aos meus companheiros de sala (turma de 2001) do curso de Geografia, em especial aos amigos Lucas Trombini, Thiago Shoegima, Márcio Vagner Pereira da Silva e Felipe, Vítor K. Miyazaki e Zeca, pelo companheirismo e participação conjunta nas atividades curriculares e “extracurriculares” realizados na graduação.

Ao Dr. Renato Tavares do Instituto Geológico/SMA/SP pelas valorosas dicas e discussões. Agradeço também a este Instituto pela oportunidade de participar de seus projetos e compartilhar dos “campos” a Ubatuba.

Aos professores do Instituto Oceanográfico da USP, Dr. Carlos Augusto de Sampaio França e Dr. Joseph Harari, por toda estrutura e apoio oferecidos.

Aos cúmplices/irmãos que deixei em Ubatuba e que, sempre quando retorno me recebem de braços abertos: Julio (Fofo), Rosalem (São Nunca), Denílson (Caiçara), Fábio (Papai) e Sr. Jorge (Gordo). Não posso também me esquecer da Dona Lurdes e das deliciosas refeições que prepara.

Aos meus irmãos Cléia e Nori, aos meus cunhados Cavadão e Lu e a meus sobrinhos Elton, Henrique, Priscila e Stephanie, Gabriel, Samuel e Matheus, antes de tudo pelo simples fato de existirem.

Ao professor José Tadeu Garcia Tommaselli pelos inúmeros auxílios e dicas prestados nos mais diversos momentos e que tanto contribuíram para a realização deste e de outros trabalhos. Além disso, por ser uma das pessoas mais agradáveis da FCT.

Ao Prof. João Lima Sant`Anna Neto que com sua sabedoria, conhecimento e paciência extrema orientou-me todos esses anos, desde a iniciação científica. Muito obrigado e desculpe qualquer coisa!

E finalmente, mas obviamente não menos importante, a Solange, minha querida companheira pelo eterno incentivo, confiança e pelo que me faz crescer a cada dia. Sem você, com certeza, eu não teria terminado este trabalho.

A TODOS MEU MUITO OBRIGADO!!!

É doce morrer no mar
(Dorival Caymmi)

É doce morrer no mar,
Nas ondas verdes do mar

A noite que ele não veio foi,
Foi de tristeza pra mim
Saveiro voltou sozinho
Triste noite foi pra mim

É doce morrer no mar,
Nas ondas verdes do mar

Saveiro partiu de noite, foi
Madrugada não voltou
O marinheiro bonito
Sereia do mar levou.

É doce morrer no mar,
Nas ondas verdes do mar

Nas ondas verdes do mar, meu bem
Ele se foi afogar
Fez sua cama de noivo
No colo de Iemanjá

RESUMO

Esta pesquisa teve o objetivo de correlacionar os fatores atmosféricos (principalmente os episódios de passagens frontais) e as variações do nível do mar na geração de episódios extremos (enchentes e inundações) no município de Ubatuba/SP. Para isso foram utilizados dados meteorológicos diários, cartas sinóticas e barométricas, dados de marés observacionais, previsionais e meteorológicas no período de 1988/2003, de Ubatuba, obtidas junto ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Também foram utilizados dados sobre a ocorrência de desastres naturais do Plano Preventivo da Defesa Civil (PPDC), além de notícias veiculadas em jornais de circulação local e regional, com o objetivo de qualificar os episódios alvos de estudos de caso. Os dados meteorológicos foram organizados e analisados com base na técnica da análise rítmica dos tipos de tempo, proposta por Monteiro (1991). As análises realizadas, referentes ao ano de 1997, confirmam os resultados de outros pesquisadores, tanto no que diz respeito aos aspectos climáticos da região, quanto a influência das perturbações frontais sobre os elementos oceanográficos. Do ponto de vista da atuação dos tipos de tempo sobre o Litoral, confirmam-se os índices de participação apresentados por Monteiro (1973) e Sant`Anna Neto (1990). A região está, na maior parte do ano, sob a atuação dos sistemas tropicais, mas sofre a atuação de grande número de passagens frontais e sistemas polares. A importância das influências atmosféricas sobre os elementos oceanográficos, tal qual foi ressaltado por Alves (1992) e Souza (1998) também pôde ser confirmada com esta pesquisa.

Palavras-chave: análise rítmica – climatologia – nível do mar

ABSTRACT

This study aimed to correlate the atmospheric factors (especially the episodes of frontal passages) and changes in sea level in the generation of extreme events (floods) at Ubatuba / SP. For that we used daily weather data, synoptic maps and barometric tidal observational data, estimates and forecasts for the period 1988/2003 obtained from the Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. We also used data on the occurrence of natural disasters Plano Preventivo da Defesa Civil (PPDC), and reports in local and regional newspapers. Meteorological data were organized and analyzed based on the technique of “Análise Rítmica” proposed by Monteiro (1991). The analysis carried out for the year 1997, confirm the findings of other researchers, both with regard to the local climate, and the influence of frontal disturbances on the oceanographic factors. From the standpoint of the performance of types of weather on the coast, are confirmed participation rates presented by Monteiro (1973) and Sant `Anna Neto (1990). The region is, in most of the year, under the action of tropical systems, but suffers the action of large number of frontal passages and polar systems. The importance of atmospheric influences on the oceanographic factors, as it was pointed out by Alves (1992) and Souza (1998) could also be confirmed by this research.

Key-words: análise rítmica – climatology – sea level

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Ubatuba no contexto do Estado de São Paulo	14
Figura 2 – Exemplo de planilha utilizada para o tratamento dos dados maregráficos em ambiente Windows.	20
Figura 3 – Algumas etapas de tratamento e análise dos dados oceanográficos e meteorológicos realizados no IO/USP em ambiente Linux	20
Figura 4 – Hans Staden	25
Figura 5 – Aldeia tupinambá	25
Figura 6 – Casarão do Porto: símbolo do enriquecimento da era cafeeira.	28
Figura 7 – Localização do município de Ubatuba	30
Figura 8 – Imagem de satélite em 3D de Ubatuba evidenciando a alta declividade e o relevo escarpado da região.	30
Figura 9 - Sinais das falhas e regressões marinhas	32
Figura 10 – Cachoeira da Escada	33
Figura 11 - Enseada de Ubatuba: ocupação	34
Figura 12 - Circulação das massas de ar no Brasil	35
Figura 13 - Postos pluviométricos do município de Ubatuba	39
Figura 14 - Distribuição sazonal da pluviosidade em Ubatuba – 1971-1999	40
Figura 15 - Variabilidade anual da pluviosidade em Ubatuba - período 1971/1999	41
Figura 16 . Totais Pluviais Anuais e Desvio Padrão no período de 1971-1999	44
Figura 17 - Distribuição anual da pluviosidade no município de Ubatuba no período de 1971 a 1999	45
Figura 18 - Forças geradoras das marés	47
Figura 19 - Marés de sizígia e quadratura	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Postos pluviométricos e estações meteorológicas utilizadas na pesquisa	38
Tabela 2 - Variação têmporo-espacial da pluviosidade anual	43
Tabela 3 - Eventos notificados à defesa civil nos municípios do Litoral Norte no ano de 1997.	53
Tabela 4 - Participação dos sistemas atmosféricos sobre Ubatuba no ano de 1997	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Totais anuais de passagens frontais sobre Ubatuba: 1988/2003	52
Gráfico 02 - Passagens frontais: totais mensais no período de 1988/2003	52
Gráfico 03 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Janeiro de 1997.	58
Gráfico 04 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Fevereiro de 1997.	62
Gráfico 05 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Março de 1997.	65
Gráfico 06 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Outubro de 1997.	68
Gráfico 07 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Novembro de 1997.	72
Gráfico 08 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Dezembro de 1997.	75
Gráfico 09 – Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba: Maio de 1997.	78
Gráfico 10 – Ritmo de variação mensal dos elementos climáticos e da TSM no período de 1996/2003	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 01” de janeiro de 1997	55
Quadro 2 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 02” de janeiro de 1997	57
Quadro 3 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 03” de fevereiro de 1997	60
Quadro 4 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 04” de fevereiro de 1997	61
Quadro 5 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 05” de março de 1997	64
Quadro 6 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 06”, de outubro de 1997	66
Quadro 7 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 07”, de outubro de 1997	67
Quadro 8 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 08”, de novembro de 1997	70
Quadro 09 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 09”, de dezembro de 1997	74
Quadro 10 - Cartas sinóticas relativas ao “episódio 10”, de maio de 1997	77

LISTA DE SIGLAS

D – Frente em Dissipação

EC – Sistema Equatorial Continental

ENOS – El Nino Oscilação Sul

FF – Frente Fria

FPA – Frente Polar Atlântica

FPR – Frente Polar Reflexa

IAC – Instituto Agrônômico de Campinas

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IO/USP – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

IT – Instabilidade Tropical

NM- Nível Médio do Mar

NMR – Nível do Mar Residual

PA – Sistema Polar Atlântico

PV – Sistema Polar Velho

SIIGAL – Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo

TA – Sistema Tropical Atlântico

Tac – Sistema Tropical Atlântico Continentalizado

TC – Sistema Tropical Continental

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

UR – Umidade Relativa

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1- Introdução.....	13
2 - Caminhos da pesquisa.....	18
2.1 Materiais	18
2.2 Técnicas	18
2.2.1 Escolha dos anos padrão	18
2.2.2 Aquisição e tratamento dos dados sobre o nível do mar	19
2.3 Método teórico: análise rítmica.....	21
2.4 Trabalhos de Campo.....	22
2.5 Revisão Bibliográfica.....	22
3 - A ocupação do território.....	25
3.1 Os primeiros habitantes: populações indígenas.....	25
3.2 Os caiçaras.....	26
3.3 O momento atual.....	29
3.4 As bases físicas regionais e locais.....	32
4 - O fenômeno climático.....	35
4.1 Caracterização climática.....	35
4.2 Distribuição sazonal da precipitação.....	39
4.3 Variabilidade temporal das chuvas no município de Ubatuba.....	41
4.4 Distribuição espacial das chuvas anuais.....	42
5 - O fenômeno das marés.....	46

6 – Um estudo de caso: análise do ano de 1997.....	52
6.1 Passagens frontais	52
6.2. Episódios notificados à defesa civil.....	53
6.3. Análise intra-anual: critérios de sazonalidade e episódio selecionado.....	53
7- O mês de maio: estudo de um caso excepcional.....	76
8- Alguns resultados e considerações finais.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
BIBLIOGRAFIA	84
APÊNDICES	86

1

Introdução

As questões relativas às mudanças globais têm sido discutidas nas mais diversas áreas da ciência podendo inclusive, ser atualmente considerada, ao lado da física de materiais e das pesquisas sobre o genoma, como um dos grandes vetores da ciência global (SANT' ANNA NETO, 2003).

Estudos recentes, em diversas regiões do globo tem detectado indícios de mudanças e variações no comportamento dos sistemas naturais, causando significativos impactos aos ecossistemas regionais, tantos nas esferas físicas e químicas quanto naquelas integrantes da biosfera, aí incluída a própria sociedade produtora do espaço. O aquecimento global, o derretimento das geleiras, o aumento do nível do mar, dentre outros fenômenos, ocasionam os mais diversos impactos, causando enormes prejuízos socioeconômicos e ambientais.

Nesse contexto, a zona costeira constitui-se como um dos mais complexos e frágeis sistemas frente às variações dos diversos elementos que participam de sua dinâmica, pois seus processos e estruturas dependem do ritmo determinado pela atuação de fenômenos relacionados à dinâmica oceanográfica, climática e terrestre (HERZ, 1988). Além disso, a zona costeira, apesar de corresponder a apenas 15% das terras emersas, é habitada por aproximadamente dois terços da população mundial, e desempenha importante papel na economia de inúmeros países enquanto recurso turístico (SOUZA et al, 2005).

Sendo assim, estudos que possam subsidiar as atividades voltadas ao conhecimento, planejamento e manejo dos recursos naturais nestas regiões tornam-se extremamente importante, visto que proporcionam um melhor entendimento da complexa faixa de interação oceano-continente-atmosfera, ainda pouco estudada pelos geógrafos brasileiros (SANT' ANNA NETO, 1990).

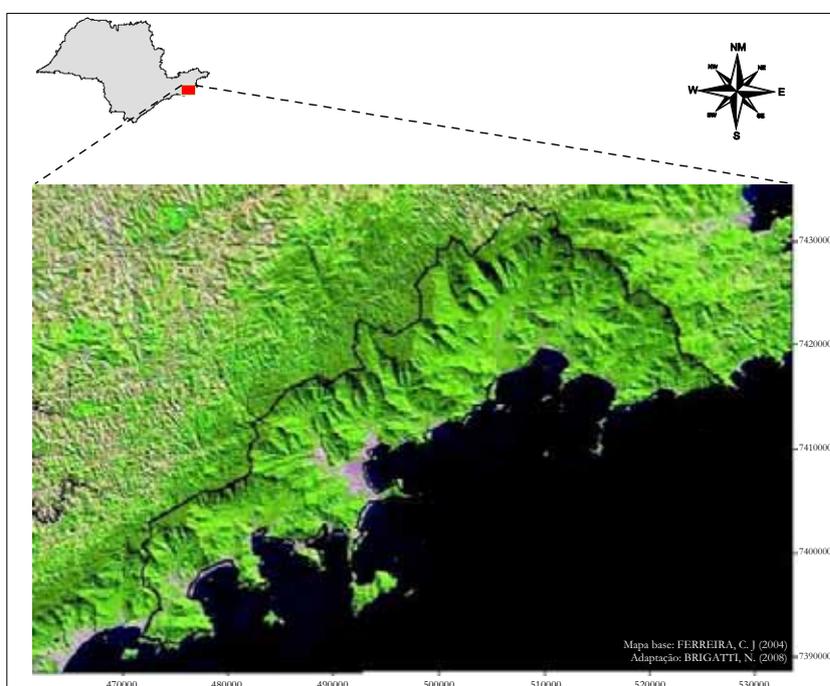
Localização da área de estudo

Localizado no Litoral Norte do Estado de São Paulo, o município de Ubatuba, pelas suas características naturais e pela recente dinâmica econômica, apresenta-se como uma área em que o desenvolvimento de estudos que possibilitem uma melhor compreensão dos fatores naturais e antrópicos torna-se extremamente importante, tendo em

vista o planejamento e a estipulação de diretrizes para a ocupação e uso do solo.

Na latitude do Trópico de Capricórnio, situa-se numa área de transição climática entre os sistemas atmosféricos intra e extratropicais, apresentando maior atuação dos sistemas tropicais e grande atividade frontal (MONTEIRO, 1973 e SANT'ANNA NETO, 1990). A Serra do Mar atua como barreira aos fluxos atmosféricos provenientes do oceano e sua presença dota a região de uma complexa configuração no que se refere à pluviometria, como já foi notado por Conti (1975), tendo o efeito orográfico enorme participação nessa dinâmica.

Figura 1. Localização do município de Ubatuba no contexto do Estado de São Paulo



Este trecho do litoral paulista apresenta-se muito recortado, com a presença de escarpas festonadas que, em muitos casos, terminam diretamente sobre o oceano. Desenvolvida em sua maior parte num pacote de sedimentos do quaternário, a planície costeira aliada às estruturas da Serra do Mar é dominada por costas altas, intercaladas por pequenas planícies e enseadas, que formam praias de bolso (SANT'ANNA NETO, 1993).

Em razão de suas características geomorfológicas, altimétricas e posição à barlavento da atuação dos sistemas atmosféricos (responsáveis por altos totais pluviométricos), o município apresenta uma flora exuberante, podendo ser classificada em dois grandes grupos, descendo pelas encostas até a orla marítima: A Floresta Perenifólia

Higrófila Costeira, também denominada Mata Atlântica, e a Vegetação Litorânea (praias, restingas, dunas e manguezais) (SANT'ANNA NETO, 1993).

Com uma população estimada em 70.000 habitantes (FIBGE, 2001) e ocupando uma área de 712 km², o município é palco de fortes pressões antrópicas. Principalmente, a partir da década de 1980, facilitada pela conclusão da rodovia BR-101, quando se verifica um acelerado incremento populacional, cristalizado num rápido processo de urbanização e modificação da paisagem natural. Este processo não se restringe ao município, mas à região do Litoral Norte como um todo, provocando uma paradoxal situação entre a preservação e a conservação do meio ambiente e as fortes pressões socioeconômicas para a utilização de seus recursos ambientais (SOUZA, 2001).

Há a presença marcante de casas de veraneio, fato que proporciona um considerável acréscimo populacional no período do verão, a estação em que ocorrem a maioria dos eventos pluviais extremos e, conseqüentemente, os maiores episódios de adversidades climáticas e desastres naturais, destacando-se aqueles relacionados aos grandes movimentos de massa, enchentes e inundações (SILVA, 2003). Aliado a este fato vem crescendo o número de ocupações em áreas de risco pela população local, bem como a modificação dos ambientes naturais costeiros.

No que se refere aos episódios de enchentes e inundações, a área de estudo apresenta alguns aspectos que devem ser levados em consideração relacionados, principalmente, aos elementos naturais e às pressões antrópicas sofridas nos últimos 30 anos.

Do ponto de vista climático o elemento que mais se destaca é o pluvial, com áreas que apresentam os maiores totais pluviométricos do Brasil (com média anual superior a 4000mm, chegando a 6000mm em anos extremos). Do ponto de vista da atuação dos sistemas atmosféricos, a região é dominada pelas massas tropicais, mas por sua posição de transicionalidade climática, apresenta atuação constante dos sistemas frontais (frentes frias), sendo estes responsáveis, aliado às características morfológicas e altimétricas da Serra do Mar, pela maior parte dos eventos pluviais extremos (SANT'ANNA NETO, 1990 e TAVARES et al., 2002).

Estas características climáticas, aliadas a uma forte declividade do relevo, à pequena extensão da planície costeira, às formas das bacias dos principais rios e à dinâmica oceânica, proporcionam à área uma enorme fragilidade, agravada pela ocupação irracional e a construção de rodovias, com a presença de áreas irregularmente ocupadas e obras mal dimensionadas ou realizadas sobre áreas suscetíveis a episódios extremos (SOUZA, 1998).

A dinâmica das marés desempenha importante papel nos episódios de enchentes e inundações, pois a ocorrência de marés de sizígia (relacionadas a fatores astronômicos) concomitantemente aos episódios de marés meteorológicas, relacionadas e condicionadas pelas passagens frontais (ALVES, 1992), interfere diretamente sobre os valores de vazão dos rios (aumentada pelo acréscimo pluvial) e sobre a penetração das águas salobras nos mangues e canais fluviais. Este fenômeno é intensificado nos meses de abril/maio, pelo aquecimento da Corrente do Brasil, proporcionado pelo deslocamento do Equador Térmico (alargamento do cinturão tropical). Os episódios relacionados a estes tipos de eventos são aqueles que provocam os maiores valores de aumento do nível do mar, destruindo construções e acelerando os processos erosivos (SOUZA e SUGUIO, 2003).

Mesquita (1994 apud SOUZA e SUGUIO, 2003) afirma que, para Ubatuba, Santos e Cananéia o padrão das marés tem mostrado uma tendência de aumento de aproximadamente 30 cm nos últimos 50 anos. Esta tendência teria provocado um deslocamento da isóbata de 50m e diminuição da linha de costa (Regra de Brun), constatada pela consulta a cartas náuticas de 1938 e 1994 (SOUZA e SUGUIO, 2003 e SOUZA et al, 2005).

No que tange à ocorrência de enchentes e inundações, o município apresenta características ímpares, proporcionadas principalmente por seus aspectos físicos e formas de uso do solo. A ocupação de áreas marginais aos rios e suas desembocaduras, aliadas a uma dinâmica atmosférica peculiar e às oscilações das marés, comumente ocasionam sérios prejuízos sócioambientais. A inter-relação oceano-atmosfera-continente é extremamente complexa e expõe a região a uma situação de fragilidade. No caso específico dos episódios relacionados a enchentes e inundações, portanto, devem ser considerados os aspectos relacionados aos fatores meteorológicos, oceanográficos, da dinâmica costeira e uso do solo/ação antrópica.

Por todos estes elementos e, principalmente, pelas formas como historicamente vem se dando a ocupação e o uso do solo no município, estudos desta natureza são importantes, tendo em vista o planejamento e um maior conhecimento da inter-relação entre os processos naturais e sociais.

Hipótese

Nossa hipótese de trabalho, tendo como base a bibliografia consultada e as observações e reflexões realizadas, é a de que os problemas decorrentes de episódios extremos verificados no município de Ubatuba, ou seja, a produção de eventos de enchentes e inundações derivados de episódios de chuvas intensas e variação do nível do mar, são resultados da combinação entre as características próprias da dinâmica natural e formas de ocupação desordenadas, permitidas pela omissão do poder público em sua função de planejar e indicar diretrizes e limites condizentes com um ambiente dotado de dinâmica natural extremamente complexa.

Por ser tema amplo e composto por diversas fácies, torna-se necessário realizar um recorte para o estudo de pelo menos alguns aspectos do problema. Desta forma, elegemos como objetivo desta dissertação as formas pelas quais, após a análise de dados disponíveis e de situações reais, pretendemos entender um pouco mais sobre esses aspectos que nos causam inquietação, levando em consideração a linha de pesquisa na qual estamos inseridos, bem como o objeto de nosso estudo.

Objetivo Geral

Identificar a atuação dos sistemas atmosféricos extratropicais (perturbações frontais e Sistema Polar Atlântico) e suas influências na variação do nível do mar no município de Ubatuba no período compreendido entre 1988 e 2003.

Objetivos Específicos

- ▶ Identificar e analisar os tipos de tempo, utilizando o paradigma da análise rítmica (MONTEIRO, 1991), no período de 1988 a 2003;
- ▶ Caracterizar a variação do nível do mar (observado e residual) para o período de 1988 a 2003;
- ▶ Correlacionar as situações sinóticas e oceanográficas com a ocorrência de eventos extremos;
- ▶ Realizar um estudo de caso específico com o objetivo de caracterizar os efeitos dos processos atuantes em nossa análise.

2

Caminhos da Pesquisa

2.1 Materiais

Para a realização da pesquisa foram utilizados:

- Dados meteorológicos dos três horários (06:00, 12:00 e 18:00 GMT) da Estação meteorológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, base “Clarimundo de Jesus” localizada em Ubatuba/SP. Foram utilizados os dados diários de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, precipitação, velocidade e direção dos ventos;
- Medições de maré horárias em Ubatuba / SP, regularmente obtidas pelo IO/USP;
- Valores diários de nível do mar obtidos junto ao Instituto Oceanográfico e das marés previsionais (publicados pelo IO/USP);
- Dados da Defesa Civil do Estado de São Paulo e pesquisa de notícias junto à imprensa local e regional sobre eventos extremos (enchentes e inundações);
- Aplicativos digitais Excel¹, Corel Draw² e Surfer³.

2.2 Técnicas

2.2.1 Escolha dos anos padrão

O estudo do clima do ponto de vista dinâmico requer detalhamento temporal refinado, pelo menos com dados diários. Sendo assim, Monteiro (1971) propõe o estudo do ritmo climático a partir de “anos-padrão” (habituais e extremos).

Tendo em vista a grande variabilidade temporal e espacial dos elementos do clima, as chuvas assumem o papel mais importante área de estudo. A definição dos anos padrão foi feita a partir deste elemento, conforme os parâmetros que seguem, baseados nos estudos desenvolvidos por Sant`Anna Neto (1995) e Tavares et al (2004).

- ano chuvoso: $(\bar{X} + DP)$;

¹ Excel é marca registrada da Microsoft Co.

² Corel Draw é marca registrada da Corel Co.

³ Surfer é marca registrada da Golden Software Inc.

- ano tendente a chuvoso: $\left(\bar{X} + \frac{1}{2}DP\right)$;
- ano habitual: $\left(\bar{X} \pm DP\right)$;
- ano tendente a seco: $\left(\bar{X} - \frac{1}{2}DP\right)$;
- ano seco: $\left(\bar{X} - DP\right)$.

Todo o material produzido foi utilizado na definição dos episódios analisados, respeitando os parâmetros citados.

2.2.2 Aquisição e tratamento dos dados sobre o nível do mar

A principal fonte de dados consiste nas observações realizadas na Base “Clarimundo de Jesus” do Instituto Oceanográfico da USP.

As medições e observações realizadas na citada instituição referem-se aos horários das 09:00, 15:00 e 21:00 horas dos valores da temperatura da superfície do mar (TSM °C) e nível do mar observado (cm), bem como dos elementos meteorológicos citados no item “Materiais”.

Com exceção dos dados de maré previsional (tábuas de marés), todos os outros tiveram de ser digitados e devidamente tratados antes de sua utilização⁴.

Para digitação dos dados foi utilizado editor de textos simples, com o objetivo de serem reconhecidos na maioria dos softwares acadêmicos, bem como em diversos ambientes de Sistemas Operacionais (Windows e Linux em nosso caso específico), conforme pode ser observado nas figuras 2 e 3 que seguem:

⁴ Agradecemos aos Professores Drs. Carlos Augusto Sampaio França e Joseph Harari do Instituto Oceanográfico da Usp pela elaboração do programa, acompanhamento durante a realização dos procedimentos, bem como por toda a infra-estrutura e apoio oferecidos durante esta etapa.

Figura 2. Exemplo de planilha utilizada para o tratamento dos dados maregráficos em ambiente Windows.

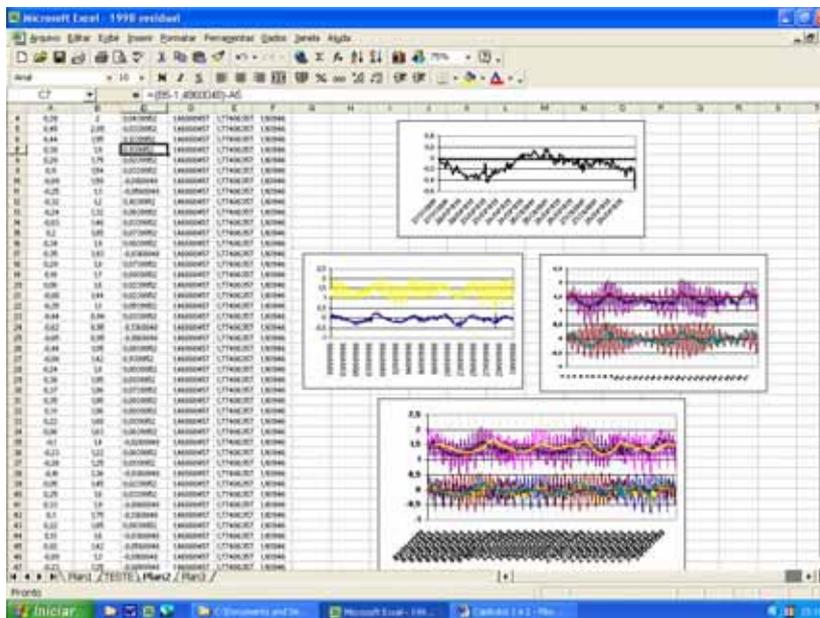
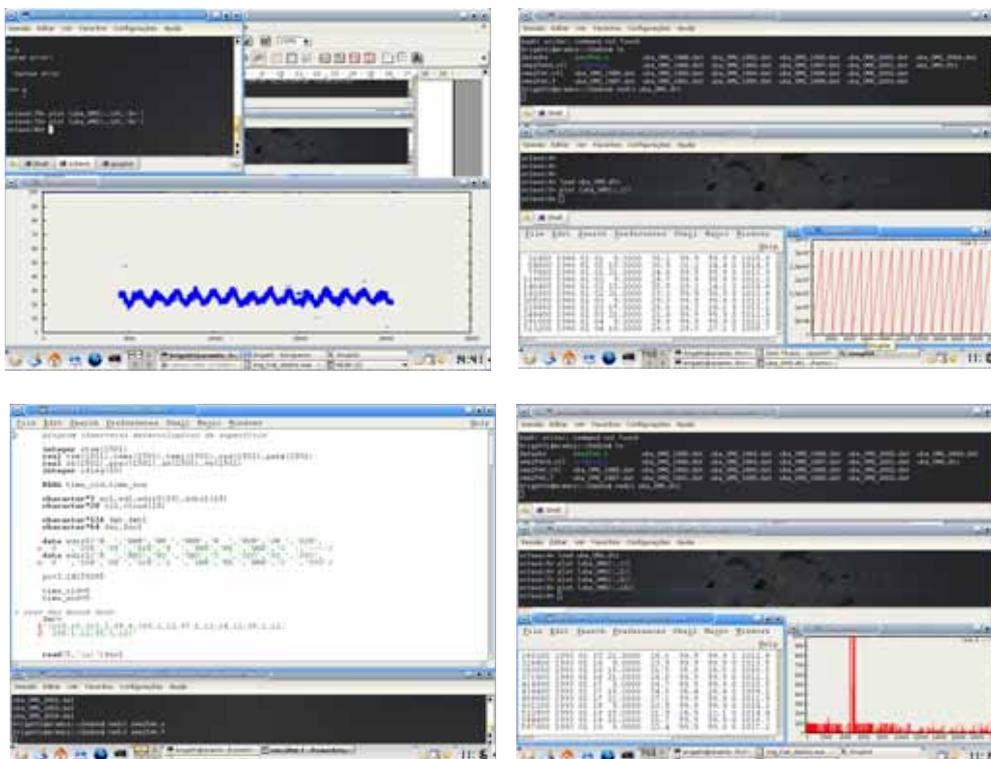


Figura 3. Algumas etapas de tratamento e análise dos dados oceanográficos e meteorológicos realizados no IO/USP em ambiente Linux.



Para o tratamento dos dados foi criado um programa em Fortran G95⁵, bem como foi utilizado o aplicativo Gnuplot⁶.

2.3 Método teórico: análise rítmica

O simples estabelecimento de padrões médios dos elementos atmosféricos sobre determinado espaço por si só, não é suficiente para o entendimento da gênese e dinâmica dos processos climáticos, os quais tem enorme importância na organização do espaço terrestre.

Obviamente, a análise desses padrões tem sua importância na delimitação de condições gerais de espacialização dos fenômenos e na análise da variabilidade climática como subsídio ao planejamento e à gestão do território. Entretanto, mesmo baseados em longas e consistentes séries temporais (fato que normalmente constitui problema no Brasil), as análises quantitativas, no escopo da climatologia, normalmente dificultam ou mascaram a identificação e entendimento de determinados episódios relacionados a eventos importantes do ponto de vista de seu impacto nos ambientes construídos ou influenciados pela ação humana.

Nesse contexto, as contribuições de Sorre (1951) ao introduzir os conceitos de *ritmo e sucessão* nos estudos de climatologia e a posterior proposta de ajuste metodológico de Monteiro (1971) podem ser consideradas como um importante avanço paradigmático no entendimento da importância do clima na organização do espaço terrestre.

Monteiro (1991) aborda a questão da gênese e dinâmica climática como “único compromisso compatível com o caráter científico da ciência geográfica”, pois permite a explicação dos fenômenos com influência direta sobre o território e suas repercussões na organização espaço.

Consistindo na representação gráfica combinada e concomitante dos vários elementos atmosféricos (pluviosidade, temperatura, umidade, direção e intensidade dos ventos, pressão atmosférica, nebulosidade) numa escala temporal pelo menos diária e na análise de cartas sinóticas de superfície, esta técnica permite a identificação dos sistemas

⁵ GNU - General Public License

⁶ Copyright (C) 1986 - 1993 Thomas Williams, Colin Kelley.

atmosféricos atuantes sobre determinado ponto, bem como seu encadeamento e comportamento, na busca de entendimento qualitativo dos processos responsáveis por episódios previamente selecionados e delimitados.

Vários estudos divulgaram um conjunto de técnicas cartográficas que viabilizam esta abordagem, dentre os quais podemos destacar os de Boin (2000) e Sant`Anna Neto (1990), este último particularmente importante, por tratar do Litoral Paulista, englobando, portanto, a área objeto de nosso estudo. Em nosso caso foi utilizada a planilha eletrônica Excel para a elaboração dos gráficos. A “junção” dos gráficos, bem como a síntese das análises realizadas foram formatadas no programa Surfer 8.0.

Importante ressaltar a questão da escala utilizada, pois, ao contrário das análises realizadas por outros estudiosos da atmosfera, a análise geográfica tem como foco o comportamento da baixa troposfera (circulação secundária) pelo fato de ser esta a camada limite entre o sistema terrestre e o sistema atmosférico, portanto, atuando diretamente no espaço vivido e ocupado pela sociedade. Além disso, existe maior abundância de dados nesta camada atmosférica, obtidas por meio de estações de superfície.

2.4 Trabalhos de Campo

Foram realizados diversos trabalhos de campo com o objetivo de conhecer as estações e postos nos quais foram coletados os dados trabalhados e observados processos relacionados a nossa temática. Durante a realização destas viagens de campo foi coletada a maior parte do material iconográfico presente nesta dissertação, bem como a exata localização geográfica das estações por meio de GPS, com o objetivo de possibilitar uma melhor representação cartográfica. Estes foram realizados em 25 a 27/10/2005, 16/02/2006 e 06/09/2006.

2.5 Revisão Bibliográfica

Diversos autores já realizaram estudos importantes sobre a região objeto de nossa pesquisa. Dentre eles resolvemos destacar os que contribuiriam mais especificamente para o entendimento dos processos relacionados aos episódios de enchentes e inundações no Litoral Norte Paulista, bem como da dinâmica natural e dos processos físicos e sociais atuantes.

Monteiro (1969) ao estudar um eixo compreendido entre as cidades de Caravelas (BA) e Porto Alegre (RS) demonstra, através da análise rítmica dos tipos de tempo atuantes nas diversas localidades, o comportamento dos principais elementos meteorológicos, a evolução dos sistemas frontais atuantes, bem como sua atuação sobre o meio geográfico, oferecendo assim, valiosa contribuição no que se refere ao tratamento quantitativo e qualitativo das chuvas.

Na década de setenta, Conti (1975) em estudo sobre a circulação secundária e o efeito orográfico na região lesnordeste paulista, oferece importantes subsídios para a compreensão da dinâmica pluvial reinante no conjunto formado pela Serra do Mar. Confirma a presença de uma área de “sombra” de chuvas, provocada pelo maciço da Ilha de São Sebastião e tece interessantes considerações sobre a posição do relevo regional e a direção de atuação das frentes em escala regional.

Monteiro (1973) e Sant’Anna Neto (1990), identificam o litoral norte por sua tipologia climática e pluvial, como uma área ímpar dentro do contexto estadual. Apoiando-se no regime das chuvas e na sucessão dos tipos de tempo, juntamente com as feições morfológicas, ambos autores classificam-na como uma área dominada por massas tropicais, mas com forte atuação dos sistemas frontais (FPA, FPAD e FPAE).

Souza (1998) em trabalho sobre enchentes e inundações na região de São Sebastião, fruto de parceria do Instituto Geológico de São Paulo e Prefeitura do Município de São Sebastião, identifica vários elementos naturais e antrópicos responsáveis por estes processos, quais sejam: a morfologia da região é caracterizada por altas declividades nas cabeceiras dos rios, porém grande parte de suas bacias apresenta baixos valores de declive, proporcionado desta forma uma vazão muito lenta, dificultada ainda pelo tamanho dos canais fluviais; ocorrência de eventos extremos de precipitação no sopé da Serra do Mar; obras de engenharia mal dimensionadas e em áreas de alagamento dos rios e fatores relacionados à dinâmica costeira, com episódios concomitantes de marés meteorológicas e aumento da descarga proporcionada pelas chuvas, portanto estando ambos relacionados principalmente às passagens frontais.

Souza e Suguio (2003) propõe a compartimentação da zona costeira paulista em 07 unidades distintas, segundo critérios relacionados a morfodinâmica praial. Segundo as definições encontradas, o Litoral Norte de São Paulo compreenderia as unidades VI e VII, caracterizadas como sendo respectivamente de alta/muito alta suscetibilidade e de moderada/baixa suscetibilidade à erosão costeira. Um dos critérios mais importantes

considerados pelos autores refere-se a ocorrência combinada das marés meteorológicas e as marés de sizígia, principalmente aquelas que ocorrem nos meses de Abril/Maio, ou seja, quando do aquecimento da corrente do Brasil, proporcionado pelo deslocamento do Equador Térmico. Segundo os autores, os episódios relacionados a estes tipos de eventos são aqueles que provocam os maiores valores de aumento do nível do mar, destruindo construções e acelerando os processos erosivos.

Em sua dissertação de mestrado sobre os padrões evolutivos das praias da Fazenda, Puruba e Itamambuca, Rodrigues et all (2002) afirma que “o monitoramento executado indicou nas três praias que as ondas geradas pelos ventos associados ao anticiclone do Atlântico Sul, originários de E e NE, são responsáveis pelo predomínio de processos deposicionais, enquanto que as ondas relacionadas à passagem de sistemas frontais, provenientes de S, são causadoras dos processos erosivos.” (pg. 92)

Silva (1975) discute as bases da formação regional na qual se insere o município alvo de nossas atenções, considerando-o como representativo do processo de formação de regiões periféricas aos grandes pólos econômicos nacionais – no caso específico, a metrópole paulistana.

Como podemos observar pela bibliografia selecionada, a inter-relação oceano-atmosfera-continente é extremamente complexa. No caso específico dos episódios relacionados a enchentes e inundações muitos aspectos devem ser considerados, quais sejam:

- ❖ Os fatores meteorológicos (principalmente os relacionados à passagem de frentes frias pela região e a variação de seus elementos, principalmente os ventos, a pluviosidade e a pressão atmosférica);
- ❖ A dinâmica costeira (suas relações com os eventos meteorológicos, correntes e processos deposicionais que influem diretamente nos índices de descarga dos rios, além da dinâmica das marés, notadamente os episódios de marés de sizígia);
- ❖ Ao uso do solo e às influências antrópicas, tais como o desmatamento, aterros de mangues e construções na linha de costa, modificam a vazão e superfícies de absorção ao longo da costa;

3

A ocupação do território

3.1 Os primeiros habitantes: populações indígenas

Apesar da pouca documentação oficial referente ao período colonial, vários são os relatos sobre os primeiros habitantes do litoral da Capitania de São Vicente.



Dentre eles, destacam-se os de Hans Staden (fig 04), elaborados quando da prisão deste holandês sob o julgo de Cunhambebe, chefe Tupinambá e líder da “Confederação dos Tamoios”, primeiro movimento de resistência organizada à invasão do colonizador português.

Outras importantes fontes de relatos e crônicas devem-se a missionários – Nóbrega e Anchieta – e viajantes como Jean de Léry e

Figura 4. Hans Staden

André Thevet (MARCÍLIO, 1986).

A partir destes relatos, pode-se ter a clara noção de que a região se encontrava, à época da chegada do colonizador, vastamente ocupada por diversos grupos, os quais sobreviviam e reproduziam-se por meio da agricultura, da caça e coleta e, notadamente, da pesca. A técnica de plantação baseava-se no manejo/cultura do pousio florestal, ou seja, de derrubada da mata com utilização de queimadas para a “limpeza do terreno”, cultivo por tempo determinado e longo período de descanso da área para a recuperação de suas características anteriores. Este costume, relacionado ao crescente número de indivíduos, já dava sinais de uma pressão demográfica, cristalizada através de batalhas sazonais entre tribos, com expedições a outros territórios na busca por grandes cardumes de peixes e carnes de caça.

Pasquale Petrone, autor do capítulo “O povoamento antigo e a circulação”



Figura 5. Aldeia tupinambá

no clássico “A baixada santista: aspectos geográficos” (AZEVEDO, 1965), ao tecer comentários sobre a importância da ocupação indígena na região da Baixada Santista e no litoral paulista em geral, afirma que:

Natural que os quadros de povoamento, anteriores à presença européia, mereçam e devem ser levados em consideração; a presença européia não significou um início ex-abrupto de fatos do povoamento em terras paulistas – ela marcou, isto sim, apenas uma nova fase, mesmo que significativa, dentro de um processo já bastante antigo quando os europeus aqui chegaram. Em outras palavras, o processo de povoamento por parte do europeu não pôde ignorar os quadros já existentes e, em grande parte, verificou-se em função deles. Daí a importância de sua consideração, mesmo que de passagem. (PETRONE, 1965, p.24)

Especificamente na área de nosso estudo, hoje município de Ubatuba, sabe-se que, na região onde atualmente se encontra a sede do município, existia uma “pequena aldeia de sete choças” (fig. 05) com aproximadamente mil habitantes, além de outras tantas no litoral e nos sertões¹ (MARCÍLIO, 1986 e STADEN, 1968).

Como bem se sabe aqui, como em tantas outras regiões do Brasil estes primeiros habitantes sucumbiram aos germes e ao aço do colonizador, bem como à “luz” e à “pacificação” dos sacerdotes. Os conflitos estabeleciam-se ao sul com os portugueses e seus aliados Tupiniquins e no norte, numa relação de cooptação e exploração, com a França Antártica, chefiada por Villegnainon. Após o tratado conhecido como “Paz de Iperoig”, estabelecido por Nóbrega e Anchieta no ano de 1563, o território anteriormente ocupado pelos índios apresentou baixa dinâmica populacional até a fundação da Vila da Exaltação de Santa Cruz de Ubatuba, em 1637.

De qualquer forma, esses primeiros habitantes tiveram extrema importância nos hábitos das futuras populações, os caiçaras, bem como deixaram marcas indeléveis, vislumbradas principalmente na toponímia da maioria das localidades.

3.2 Os caiçaras

O trabalho de Maria Luíza Marcílio² (1986) é muito importante sob o ponto de vista da Demografia Histórica e da Antropologia Social nacional. Mais especificamente

¹ Áreas interiores afastadas da linha de costa, mas ainda sob o domínio das planícies sedimentares.

² MARCÍLIO, M. L. “Caiçara: terra e população: estudo da demografia histórica e da história social de Ubatuba”. Base deste item, por reunir os dados provenientes de documentos oficiais, religiosos e de arquivos particulares por meio de método inovador em sua época, devidamente adaptado a realidade nacional, pois havia sido criado na França.

para o nosso trabalho demonstra, de forma clara, os modos de vida e os aspectos da ocupação no município no período posterior à “pacificação” indígena. O grande mérito do trabalho foi o de “dar voz” aos indivíduos e famílias componentes da sociedade caiçara, os quais não registravam por si sua história e costumes (pelo menos não do ponto de vista formal e sim através da tradição oral). Tendo este fato em vista, bem como ser este um trabalho pioneiro, o utilizamos aqui como fonte principal de informações, citando, portanto apenas os pontos específicos requisitados pelas normas científicas.

A história de Ubatuba, como a de toda a sociedade brasileira, tem profunda ligação com os diversos ciclos econômicos pelos quais passou o Brasil desde o período colonial. Em alguns lugares esses períodos foram responsáveis pelo maior acúmulo de capital, noutros constituíram os traços fundamentais das relações sociais.

Para os moradores do litoral norte da então capitania de São Vicente e posteriormente da Província Paulista, esses ciclos significaram momentos ora de maior, ora de menor relação com a economia nacional e o mercado global, em virtude das características econômicas de nossa metrópole ou do Império.

Essa relação dava-se por meio da produção de gêneros alimentícios e da circulação desses produtos. Desta forma, houve momentos nos quais a economia ubatubense destacou-se pela produção de cachaça (ciclo canavieiro) comercializada para as regiões mineiras, pela exportação do café local e como porto responsável pelo escoamento do grão do Vale do Paraíba e ainda por atender a demandas específicas impostas pelo Império, caso do anil no século XVIII.

A população tradicional sempre esteve baseada na produção familiar e nas culturas de subsistência. Os investimentos cíclicos realizados normalmente provinham de “forasteiros” e estrangeiros, os quais aumentaram sua participação notadamente após os anos de 1820. Entretanto, cabe destacar que o enriquecimento proveniente destes ciclos nunca foi suficiente para que se considerasse Ubatuba como um pólo regional, ou mesmo como uma economia mais destacada dentro do cenário nacional.

Nesse contexto, acreditamos ser interessante discorrer sobre algumas características dessa população, pois é deveras importante por estabelecer a cristalização de algumas formas de ocupação do território em questão, as quais posteriormente serão profundamente modificadas, mas dão a base para muitas das características presentes nos dias atuais.

A sociedade caiçara sempre foi baseada no trabalho familiar e produzia para sua subsistência, devendo gerar um pouco de excedente para o pagamento de impostos e tributos, bem como para a aquisição de produtos externos, ou seja, aqueles que não tinha a capacidade de produzir, tais como o sal, a pólvora, metais, vestimentas, dentre outros. Era dessa forma que a pequena parcela dos alimentos excedentes produzidos pela coletividade chegava ao mercado global.

A técnica de cultivo, a exemplo da população indígena anterior, era baseada no “pousio florestal”, pouco dependente da tecnologia e de baixa produtividade. A derrubada da mata e limpeza do terreno por meio de queimadas era realizada na época mais seca (ou menos chuvosa) do ano, nos meses de julho e agosto. A ordem das culturas visava inicialmente a subsistência, tão breve quanto possível, com o plantio de leguminosas e, ao final do ciclo completo, a terra era deixada em “descanso” por períodos de 20 ou mais anos. Desta forma, os grupos humanos ali presentes encontravam-se dispersos, com a presença de um núcleo pouco ocupado, local no qual ocorria a ligação com o mundo político e religioso, principalmente nas épocas de festividades.

A propriedade da terra era definida pela capacidade de trabalho e não pelas relações de exploração. A mobilidade espacial era grande, mesmo que por espaços restritos e havia ajuda mútua entre os grupos, por meio de *campanhas* coletivas, como a da pesca da tainha, realizada em tempos de preparo do roçado. Todas estas características são próprias de áreas situadas fora da produção colonial e, foi principalmente neste tipo de área, que o processo de ocupação pôde se dar de forma mais completa, sob o ponto de vista da reprodução social.

Figura 6. Casarão do Porto: símbolo do enriquecimento da era cafeeira.



Com base nestas características da população caiçara, é que se dá a ocupação do território municipal até a metade

do século XVIII. Os poucos grupos familiares, ou *fogos*, vão se consolidando. O processo de enriquecimento relativo da Vila só se dá a partir de 1810, lentamente, graças a produção de algumas arrobas de café comercializadas no porto do Rio de Janeiro e pela transformação do porto local em canal de escoamento da produção cafeeira do Vale do Paraíba (fig 06).

Com relação a sua população, Marcílio (1986, p.48) observa que durante os ciclos do açúcar e do café, Ubatuba apresentou

crescimento constante, mas este foi interrompido com a construção das estradas de ferro Santos-Jundiaí e São Paulo-Rio de Janeiro. Deste momento em diante o número de habitantes da Vila, bem como suas relações comerciais com outros portos entram em decréscimo.

Passado o fugaz período do café no município, tirada da cidade sua função de porto escoador da rubiácea do Vale do Paraíba (com a construção das estradas de ferro Santos a Jundiaí e Rio de Janeiro a São Paulo), o município volta ao seu estado de economia agrícola de subsistência, tal como fora nos dois primeiros séculos e meio de sua história agrária. (MARCÍLIO, 1986, p. 117 e 118)

Essa situação só iria se alterar de forma significativa a partir da década de 1940, com o controle a epidemias e endemias no litoral e a conseqüente queda da mortalidade de seus habitantes.

Esta estrutura concebida e recriada através de 300 anos de ocupação, baseada na maior parte do tempo na produção de subsistência (com relação ora em maior, ora em menor grau com a produção comercial), dependente do meio físico e tendo como base o calendário religioso e natural, foi modificada de forma abrupta a partir da década de 1960 e substituída por uma dinâmica baseada na economia de mercado e que tem, na grilagem de terras e na especulação imobiliária, seu maior vetor de crescimento. Ignorou-se todo o conhecimento adquirido pela experiência e convívio com um ambiente físico extremamente complexo e sensível, em nome do progresso.

3.3 O momento atual

O município de Ubatuba (Figura 7) constitui-se por uma faixa litorânea de 92 km de extensão, localizada entre o cume das escarpas cristalinas da Serra do Mar e a linha de costa. Apresenta, entre morros e praias, uma área de 682 km², tendo como limites os municípios de Caraguatatuba a sudoeste e Parati (RJ) a nordeste, ambos pelo litoral, e os municípios de Cunha, São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra a noroeste, pela região serrana. Apesar de sua grande área, é uma faixa relativamente estreita, variando de 8 a 16 km de largura, de acordo com a proximidade ou o afastamento da serra em relação ao mar.

Figura 7. Localização do município de Ubatuba.



O núcleo se assenta na planície costeira, à margem direita do Rio Grande de Ubatuba, num anfiteatro amplo e irregular, cercado de morros íngremes, e tendo as escarpas da serra ao fundo (Figura 8). O assentamento se desenvolve em torno do antigo centro histórico, concentrando principalmente atividades de bens e serviços, em sua maioria voltados a atividade turística.

Figura 8. Imagem de satélite em 3D de Ubatuba evidenciando a alta declividade e o relevo escarpado da região.



Fonte: Imagem de satélite obtida do software Google Earth (2007).

Esta área onde se encontra o núcleo urbano acaba dividindo o município em três zonas distintas: o centro propriamente dito, onde se polariza grande parte da área urbanizada; as praias do sul, com loteamentos mais antigos e populosos; e as praias do norte, com loteamentos mais recentes, praias pouco ocupadas, reservas naturais e vilarejos caiçaras.

O município é servido por duas rodovias (SP-55 e BR-101) que ligam respectivamente a cidade a Caraguatatuba pelo sul, a Taubaté pelo sertão e planalto acima (oeste) e ao Estado do Rio de Janeiro pelo norte.

Ao longo da rodovia que liga Ubatuba a Taubaté, há uma penetração da mancha urbana sertão adentro, onde se formam alguns bairros periféricos, ocupados inicialmente por migrantes provenientes do planalto e atraídos pela intensa atividade ligada à construção civil. Trata-se de um vetor de crescimento notado após 1950, pois até então a mancha urbana se via restrita ao pequeno núcleo circundante à sede municipal.

Tal fato já havia sido observado pelo professor Armando Correa da Silva (1975) em sua tese de doutoramento intitulada “O litoral norte de São Paulo: formação de uma região periférica”. Ao observar que as rodovias e melhorias nas condições de acesso funcionavam como eixos estruturadores da ocupação e facilitavam a integração da região descreve que:

[...] a cidade expandiu-se para W em direção oposta ao mar a partir da década de 50, tendência ainda atual. Com o crescimento demográfico ocorrido na década de 1960 e que afetou muitas cidades brasileiras, além de modificações na estrutura social urbana surgiram bairros de trabalhadores assalariados diversos. Eles se localizam a W, na periferia da cidade, junto às margens do Rio Grande Ubatuba e junto ao campo de aviação.(SILVA, 1975,p. 61)

Apesar destas observações terem sido feitas a mais de trinta anos, a atual ocupação reflete de forma clara tal processo.

Estruturados ao longo das rodovias que ligam o município a seus limites norte e sul estão núcleos formados, em parte, a partir de vilarejos caiçaras. Ocupados atualmente pro condomínios de alto padrão, principalmente na parte sul do município, tem sua origem ligada à valorização turística ocorrida a partir da década de 1960, conforme descreve Luchiari (1999):

Entre as décadas de 1950 e 1970 encontramos vetores que iriam transformar definitivamente a organização sócio espacial local (...) as terras sendo vendidas, o acesso vinha sendo facilitado através da melhoria da malha viária e da popularização do automóvel, as fronteiras do Parque Estadual da

Serra do Mar tornavam-se inevitáveis para o projeto de preservação. A necessidade de bens industrializados conduzia o caçara a uma especialização produtiva, a dinâmica regional era alterada pelos fluxos migratórios e a transformação cultural impregnava-se na paisagem como um traço indicador de um novo período. A implantação da rodovia Rio-Santos é a ruptura definitiva, o evento que anuncia o período contemporâneo.(p. 79-80).

Esse tipo de ocupação deu origem a núcleos, antigos ou recentes, concentrados sobre a planície sedimentar. Concentrações humanas extremamente impactantes ao ambiente e realizadas sem muita preocupação com aspectos relacionados ao planejamento.

3.4 As bases físicas regionais e locais



Figura 9. Sinais das falhas e regressões marinhas

A área do município de Ubatuba encontra-se inserida no chamado *Litoral de Sudeste* ou das *Escarpas Cristalinas*. Segundo Silveira (1964) este compartimento ocupa no litoral brasileiro a faixa litorânea desde o sul do Estado do Espírito Santo ao Cabo de Santa Marta, em Santa Catarina. Como principais características apresenta

baías preenchidas por sedimentos marinhos e continentais quaternários, conformados em pequenas planícies, com a presença de promontórios de serra que descem até o mar (SUGUIO e MARTIN, 1987).

Pelo contato quase contínuo do embasamento cristalino com o mar nessa região, estas características são acentuadas, distinguindo-se claramente dois setores, quais sejam: os de planície e os de relevo movimentado.

Nas planícies, a cota altimétrica média é de seis metros e o solo, em geral, apresenta-se silicoso, com um grau de salinidade variável. Os solos sedimentares marinhos, encontrados próximos à linha de costa têm a composição básica arenosa, proveniente de deposição de sedimentos marinhos e/ou fluvio-lagunares, não sendo férteis, portanto, à agricultura. Os solos sedimentares fluviais, encontrados nas áreas dos vales e sopés de morros

e serras são constituídos por sedimentação continental, destinando-se a cultivos como banana, arroz e horticultura, mediante drenagem constante.

Nas áreas de relevo movimentado, correspondente às escarpas serranas, morros, costões e ilhas, a formação do solo é cristalina, representada por grandes blocos de falhamentos cenozóicos em rochas monolíticas e matacões de granitos e gnaisses, com grandes variações altimétricas.

As características descritas acima se devem principalmente a dois fatores, citados por diversos autores (AB`SABER, 2005; SILVEIRA, 1968; IBGE, 1977): os falhamentos da escarpa cristalina e as variações glácio-eustáticas do nível do mar (figura 09).

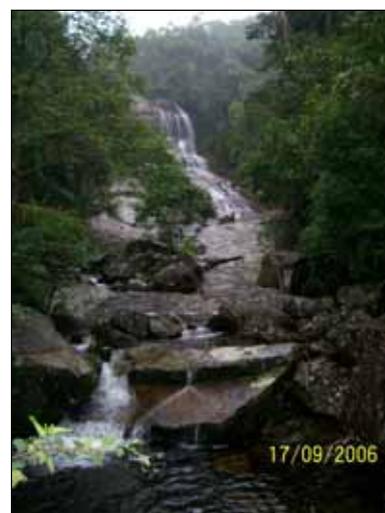
As diversas ilhas do município parecem estar relacionadas aos movimentos tectônicos do eoceno, os quais elevaram por epirogênese o relevo, produzindo inúmeros falhamentos em blocos com rebaixamentos irregulares, ocorridos no cenozóico (FRANÇA, 1951 e CRUZ, 1974).

Sobre a enseada de Ubatuba, a principal no território municipal, Silva (1975) considera que “sua origem é semelhante a já descrita (...) com a diferença de que parecem mais acentuados e evidentes os efeitos da erosão fluvial e os sinais de regressão marinha.” (pg. 23).

Com relação à hidrografia pode-se considerar, apesar da existência de bacias com diferentes ordens de grandeza, que os rios são de pequeno curso, alternando-se trechos meândricos de planície e vales abruptos com quedas d’água (fig 10). Tanto a direção quanto os desníveis desses cursos d’água são, na maioria das vezes, condicionados por esse sistema de falhas estruturais e se encaixam nos blocos rebaixados e planícies.

É esse sistema hidrográfico o responsável pelo transporte dos sedimentos provenientes das escarpas e sua deposição ao longo das planícies, na desembocadura dos rios e pelo fornecimento do material a ser retrabalhado pelas correntes de deriva continental nas praias e enseadas. É através dele também que fluxos energéticos provenientes do sistema oceânico penetram nas áreas

Figura 10. Cachoeira da Escada



continentais, principalmente aqueles relacionados as variações do nível do mar, bem como as flutuações de maré.

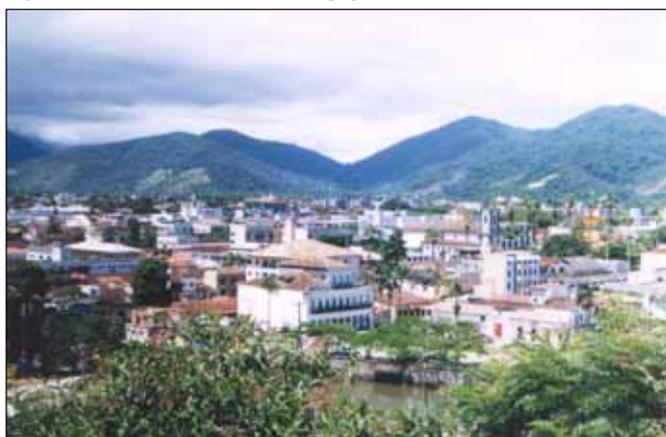
Vinculado a estes sistemas está o sistema climático, pois o efeito da brisa marítima provoca um aumento significativo nos valores de precipitação sobre o continente, ao mesmo tempo em que a dinâmica atmosférica regional é em grande medida responsável pelos inputs energéticos que caracterizam a dinâmica das correntes de deriva, a direção predominante dos trens de ondas, bem como dos incrementos nos valores de nível do mar observados (TESSLER, 2006).

Sua importância torna-se maior ao se considerar a fragilidade dos solos nas encostas íngremes, sujeitos naturalmente, pela alta declividade das vertentes e pelas características do regolito (profundidade do lençol freático, espessura, características da rocha matriz) a diversos processos erosivos. Trata-se de uma situação conjunta, que confere ao solo características extremamente dinâmicas, de difícil uso e manejo e de demasiada suscetibilidade a processos erosivos e deslizamentos.

Aliado a estas características, os elevados totais pluviométricos, com episódios frequentes de chuvas intensas, bem como a intervenção antrópica, materializada pelos processos de desmatamento, extração mineral e ocupação urbana devem ser levados em conta.

Essas características geográficas determinam uma ocupação urbana de estrutura linear, ao longo da costa litorânea, onde predominam assentamentos humanos nas áreas de planície, que se apresentam de forma descontínua devido às barreiras naturais causadas pelo relevo. (SÃO PAULO, 1996, p.21)

Figura 11. Enseada de Ubatuba: ocupação



É nessa paisagem e por conta dela que se deu historicamente a ocupação do município. Grande parte das formas dessa ocupação e das estruturas constituintes da atual malha urbana, situam-se sobre este substrato e têm nele os seus fatores limitadores e direcionadores (figura 11). Obviamente, com a possibilidade proporcionada por novas técnicas construtivas ou pela necessidade evocada por novas demandas relacionadas ao setor imobiliário, esses “limites” vêm sendo superados e/ou ultrapassados.

4

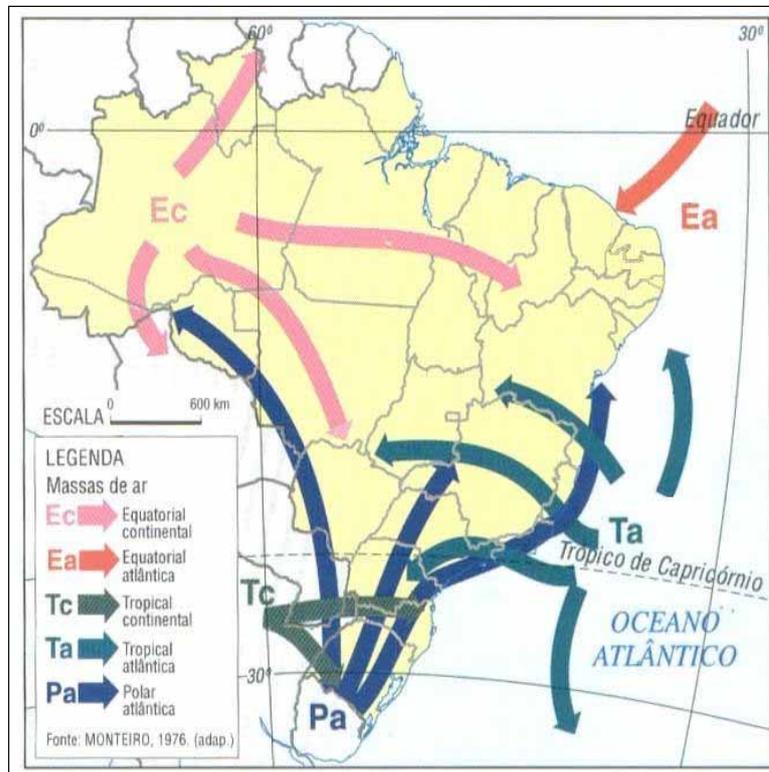
O Fenômeno Climático

4.1 Caracterização climática

Em linhas gerais, o Estado de São Paulo encontra-se numa área de transição climática, entre os climas tropicais e subtropicais, fato que lhe confere caráter especial, ainda mais quando se associam outros fatores regionais de controle do comportamento dos elementos atmosféricos.

Para a compreensão da dinâmica atmosférica do território estadual faz-se necessário contextualiza-lo regionalmente na perspectiva da dinâmica da circulação atmosférica predominante na porção sudeste do Brasil, como pode ser observada na Figura 12, cabendo um maior destaque para o Estado de São Paulo, onde está localizada a área de estudo.

Figura 12. Circulação das massas de ar no Brasil



Fonte: Monteiro (1976).

No Estado de São Paulo, são predominantes sistemas atmosféricos que atuam nas características climatológicas dessa porção geográfica, em virtude das superfícies nas quais se originam e o seu trajeto.

Tais sistemas atmosféricos, também são referenciados como “massas de ar” que apresentam os seguintes aspectos:

- ▶ Massa Tropical Atlântica: são sistemas tropicais que se originam sobre a porção oceânica atlântica e atuam durante todo o ano no território paulista, trazendo instabilidade de tempo no inverno. Como são formados sobre a porção oceânica, caracterizam-se como sistemas atmosféricos bastante úmidos que são trazidos à porção continental através de ventos predominantes de leste e nordeste;
- ▶ Massa Tropical Continental: são sistemas que se originam sobre a porção continental, apresentando temperaturas elevadas, baixa umidade e pressões atmosféricas em ligeiro declínio;
- ▶ Massa Equatorial Continental: origina-se na planície Amazônica e apresenta umidade e temperaturas elevadas, com ventos de NW;
- ▶ Massa Polar Atlântica: origina-se no anticiclone polar Atlântico, um dos ramos do anticiclone migratório polar, apresentando ventos predominantes de SSE ou SW, temperaturas mais baixas, associadas a uma grande amplitude térmica que favorecem a pressão atmosférica mais elevada; e,
- ▶ Frente Polar Atlântica: embora seja freqüente ao longo do ano, apresenta-se mais rigorosa no período sazonal de inverno, deixando a região sujeita às freqüentes invasões de perturbações frontais (frentes frias), mesmo na primavera e no verão, quando as chuvas são mais freqüentes e intensas.

Além da dinâmica da circulação atmosférica atuante sobre a região de análise, outros fenômenos também condicionam essa dinâmica climatológica predominante sobre a região de estudo, também se destaca o incremento da umidade do ar, proveniente de outras latitudes e na geração de instabilidades produtoras de chuvas causadas pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A seguir, são apresentadas as características climatológicas associadas à temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade.

▪ **Temperaturas**

No Estado de São Paulo observando os valores médios de temperatura registrados pelas estações do INMET no período de 1961 a 1990 e CEPAGRI (entre 1991 e 2000), percebe-se o efeito da continentalidade no comportamento deste elemento.

Apresentando amplitudes térmicas em torno de 10°C em sua distribuição territorial, as temperaturas médias anuais variam entre 13°C. na porção norte da Serra da Mantiqueira (Campos do Jordão) até 23°C na porção noroeste do estado. Já as temperaturas médias máximas nas mesmas áreas variam entre 19°C e 32°C, enquanto que as temperaturas médias mínimas registradas giram em torno de 8°C e 18°C.

Segundo dados do INMET e CEPAGRI, o município de Ubatuba apresenta temperatura média anual de 23°C, com temperaturas médias máximas de 26°C e média mínima de 19°C.

▪ **Umidade Relativa**

A umidade do ar indica a quantidade de vapor de água disponível na atmosfera, sendo que seu valor relativo (%) corresponde ao seu potencial de saturação e, conseqüentemente, o quão próximo este vapor de água está próximo da condensação.

No Estado de São Paulo, os valores de umidade relativa variam de forma decrescente no sentido litoral - interior.

Isto é explicado pelo fato das regiões mais próximas ao litoral, receberem uma grande quantidade de vapor de água vinda do oceano Atlântico através dos sistemas atmosféricos ali atuantes.

Tanto o distanciamento dessa fonte de umidade, quanto a trajetória dos ventos que a transportam, refletem-se nas medições realizadas nas porções mais distantes da costa.

Os ventos, ao se aproximarem das Serras do Mar e Mantiqueira, provocam a descarga de parte desta umidade nas encostas e a média anual de umidade relativa em Ubatuba é de 80% (CEPAGRI, 1990).

▪ **Pluviosidade**

Considerando os sistemas atmosféricos e os fatores geográficos já descritos anteriormente na contextualização regional, observa-se que os valores de precipitação no território estadual são extremamente irregulares.

Apresenta médias anuais que variam de 1000 mm no extremo oeste do Estado até 2000 mm em grande parte dos trechos litorâneos.

O município de Ubatuba apresenta média pluviométrica anual de 2000 mm, considerando o recorte temporal de 1941 a 2000.

A seguir é apresentado o detalhamento das características de pluviosidade no município de Ubatuba, considerando sua variação temporal e espacial.

Nesta etapa, foram utilizados dados de 4 postos pluviométricos da rede do DAEE e de duas estações meteorológicas, uma sob supervisão do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo e outra sob a tutela do Instituto Agrônomo de Campinas (tabela 01 e figura 07). O segmento temporal analisado compreendeu o período de 1971 a 1999.

Tabela 01. Postos pluviométricos e estações meteorológicas utilizadas na pesquisa¹.

Município	ID	Latitude		Longitude		Nome Posto	Alt. (m)	
		UTM	geográfica	UTM	geográfica			
Ubatuba	1	E1-004	7416,097	23°23'S	517,893	44°50'W	Picinguaba	34
	2	E2-052	7408,473	23°26'S	493,189	45°04'W	Ubatuba	1
	3	E2-009	7414,597	23°23'S	487,886	45°07'W	Mato Dentro	220
	4	E2-122	7396,016	23°32'S	476,191	45°14'W	Maranduba	10
	5	IO-USP	7400,100	23°30'S	487,916	45° 07'W	IO	27
	6	IAC	7410,313	23°28'S	488,385	45° 06'W	Horto	7

A representação da distribuição espacial das chuvas foi elaborada a partir do programa SURFER[®]. Com base nos dados dos totais anuais de cada posto, foi gerada uma planilha que serviu de base para a elaboração de 30 mapas, representando – através de isoietas² – o comportamento anual das chuvas na região, bem como um mapa contendo o comportamento pluviométrico médio no município, no período de 1971/1999. Foram elaborados gráficos representando o regime das chuvas, os desvios anuais, as médias móveis e a tendência, bem como, caracterizaram-se os anos padrão, a partir das técnicas divulgadas por Monteiro (1973) e Sant'Anna Neto (1995).

¹ As coordenadas UTM foram obtidas a partir de medições realizadas em campo, utilizando GPS Garmin, modelo e-trex. Tal expediente foi utilizado buscando uma melhor precisão na espacialização dos dados pluviométricos.

[®] Surfer é marca registrada da Golden Soft. Co.

² O método de interpolação utilizado foi o "kriging".

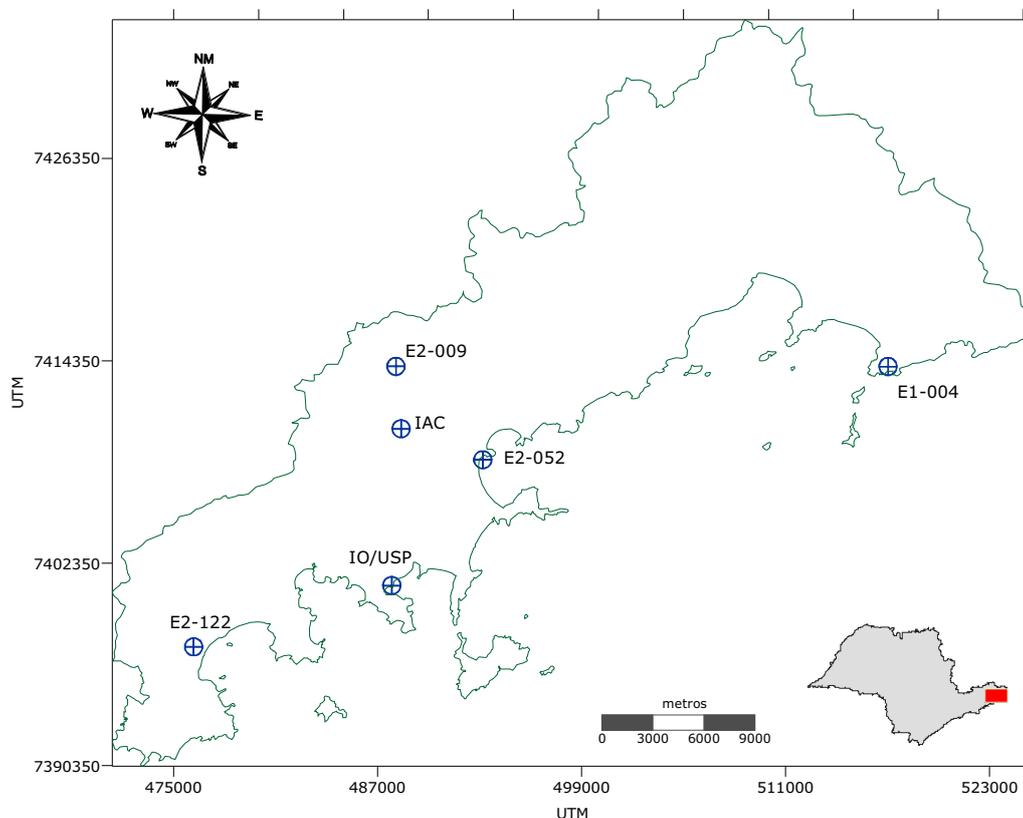


Figura 13. Postos pluviométricos do município de Ubatuba.

4.2 Distribuição sazonal da precipitação

A análise da distribuição das chuvas, considerando as médias dos totais sazonais para Ubatuba (figura 14), demonstrou que nos verões os totais pluviais médios variam entre 750 a 1100 mm, caracterizando esta estação como a mais chuvosa do ano em todos os postos pluviométricos analisados, responsável por aproximadamente 36% da pluviosidade anual. Assim como na distribuição média anual, no verão as áreas mais chuvosas são aquelas próximas das escarpas da Serra do Mar (estação Mato Dentro/E2-009).

A distribuição das chuvas na primavera demonstra que esta é a segunda estação com maior concentração pluvial do ano. Cerca de 29% do total médio anual, entre 600 e 950 mm, ocorrem nos meses de outubro, novembro e dezembro.

No outono, a área recebe aproximadamente 19% da pluviosidade anual, com totais de chuva que variam entre 350 a 550 mm. Também neste caso, verificamos a influência da morfologia do relevo.

A estação compreendida entre os meses julho, agosto e setembro – inverno - em que os totais pluviais médios nesta porção do litoral paulista são inferiores a 500 mm, representando em média 16% do total da pluviosidade média anual. Portanto, verificou-se apenas uma redução da precipitação das chuvas nesta época do ano não existindo, desta forma, uma estação seca invernal.

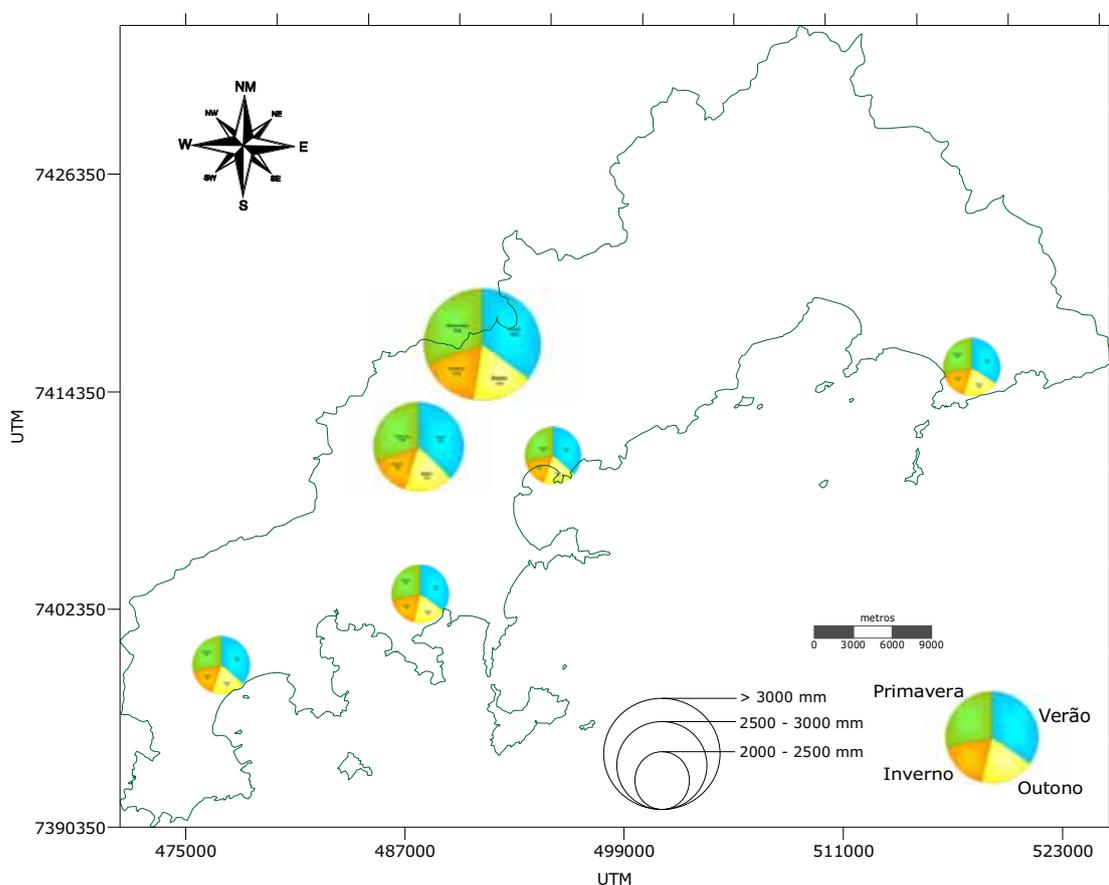


Figura 14. Distribuição sazonal da pluviosidade em Ubatuba – 1971-1999

4.3 Variabilidade temporal das chuvas no município de Ubatuba

Evitando a utilização de valores médios de precipitação, para que os episódios intensos não sejam “mascarados” por este procedimento, foram construídos painéis representando os totais pluviométricos mensais para todo o período de 1971/1999, conforme pode ser observado na figura 15.

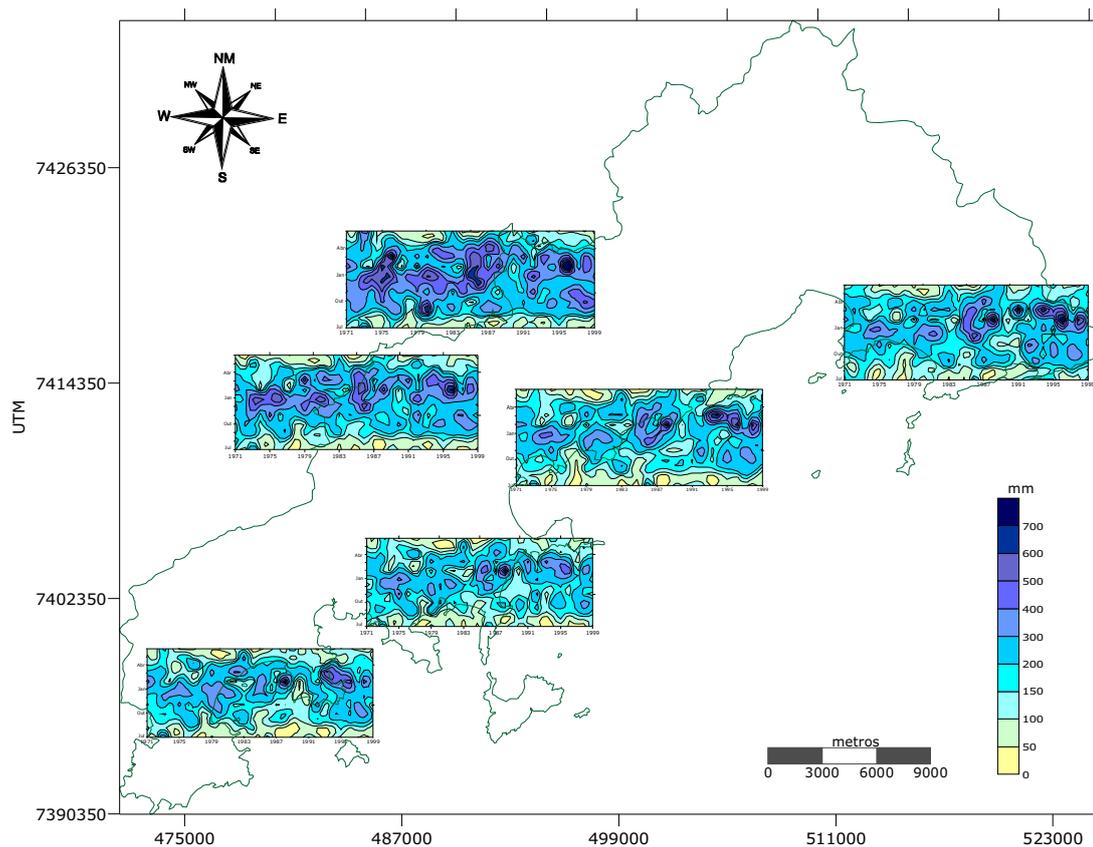


Figura 15 - Variabilidade anual da pluviosidade em Ubatuba - período 1971/1999

Novamente verifica-se a importância do fator orográfico e da disposição do relevo na distribuição das chuvas. Além disso, este tipo de representação é extremamente importante na análise conjunta com outros produtos, na escolha dos anos-padrão a serem mais profundamente estudados.

4.4 Distribuição espacial das chuvas anuais

Em todos os anos analisados percebe-se claramente a importância do efeito orográfico, bem como da disposição do relevo na distribuição das chuvas sobre o território municipal. Destarte a existência de apenas dois postos representativos de porções próximas ou localizadas nas encostas da Serra do Mar (postos IAC/Horto e Mato Dentro), nota-se que os totais anuais neste trecho são, em média, 30% superiores aos apresentados nas áreas de planície.

Mesmo tendo em vista a importância da orografia na diferenciação das características apresentadas nas áreas de planície e meia encosta, o fator decisivo na gênese das chuvas nesta porção do Estado de São Paulo é atribuído às perturbações frontais. O incremento pluvial verificado quando se comparam as estações em sentido sul-norte, pode ser atribuído a disposição da Serra do Mar em sentido SO-NE, culminando com os maiores valores pluviométricos no posto Picinguaba, próximo ao grande anfiteatro formado pela Serra de Parati.

Entretanto, outros fenômenos apresentam-se como extremamente importantes, pois geram precipitações intensas sobre a área, caracterizando-se como importantes mecanismos deflagradores de enchentes e movimentos coletivos de solo. Dentre eles, merece destaque o papel desempenhado pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Após a análise dos cartogramas elaborados, referentes aos padrões anuais e sazonais de precipitação para o segmento temporal estudado (tabela 02 e figura10), algumas considerações podem ser feitas, quais sejam:

Os anos considerados chuvosos, ou seja, aqueles com maiores valores pluviométricos, ocorreram em 1973, 1976, 1986, 1996 e 1998. Em todos estes anos ocorreram desvios positivos de precipitação maiores que 20% na maioria dos postos. Nesse contexto, o ano de 1973 merece destaque, com valores que ultrapassam em 35% os valores médios registrados no período. De forma geral, estes desvios ocorreram de forma homogênea por todo o município, demonstrando estarem ligados a fatores relacionados à escala regional.

Dentre os anos que apresentaram totais pluviais reduzidos, ou seja, aqueles considerados como “excepcionalmente secos”, destacam-se 1978, 1984 e 1990. Novamente

podem ser observados os efeitos da orografia na distribuição das precipitações, com valores os quais, mesmo sendo considerados abaixo da média do período, apresentam-se superiores nos postos próximos a Serra do Mar, quando comparados àqueles localizados nas planícies (fig 16). Outro fato interessante é a variabilidade espacial da precipitação do ano de 1990, quando a parte “central” do município apresentou valores mais elevados do que as regiões norte e sul (fig 17).

Tabela 2. Quadro da variação têmporo-espacial da pluviosidade anual³

POSTO	MÉDIA (mm)	ANOS																												
		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Picinguaba	2339,1																													
Mato Dentro	3069,1																													
Ubatuba	2148,9																													
Maranduba	2106,1																													
IO-USP	2039,9																													
IAC-Horto	2539,2																													

LEGENDA

chuvoso

tendente a chuvoso

X

habitual
dados inexistentes

seco

tendente a seco

Dentre os anos com comportamento mais próximo ao que poderia ser considerado habitual, destacam-se 1971 e 1982. Nestas ocasiões, nenhum dos postos apresentou valores que excediam o desvio padrão positivo ou negativo, além de apresentarem padrões de distribuição espacial muito próximos à média do período. Aliás, cabe destacar o período compreendido entre os anos de 1980 e 1983, como sendo representativo de um comportamento habitual. Importante destacar que esse comportamento habitual das chuvas no ano de 1983 no Litoral Norte Paulista, quando ocorreu um dos fenômenos ENOS mais fortes já registrados, já havia sido evidenciado por Sant’Anna Neto (1995), demonstrando que os impactos deste fenômeno global no Estado de São Paulo não são homogêneos.

Há que se ressaltar também os limites do método de interpolação utilizados para a espacialização das precipitações nos cartogramas de isoietas elaborados. Percebe-se

³ Para a definição dos padrões considerados no quadro, foi utilizado o desvio padrão, conforme já realizado em Sant’Anna Neto (1990), Boin (2000), Silva (2003), dentre outros.

que o pequeno número de estações utilizadas, bem como a falta de dados das áreas em torno do município acabam por prejudicar uma representação mais fiel da realidade.

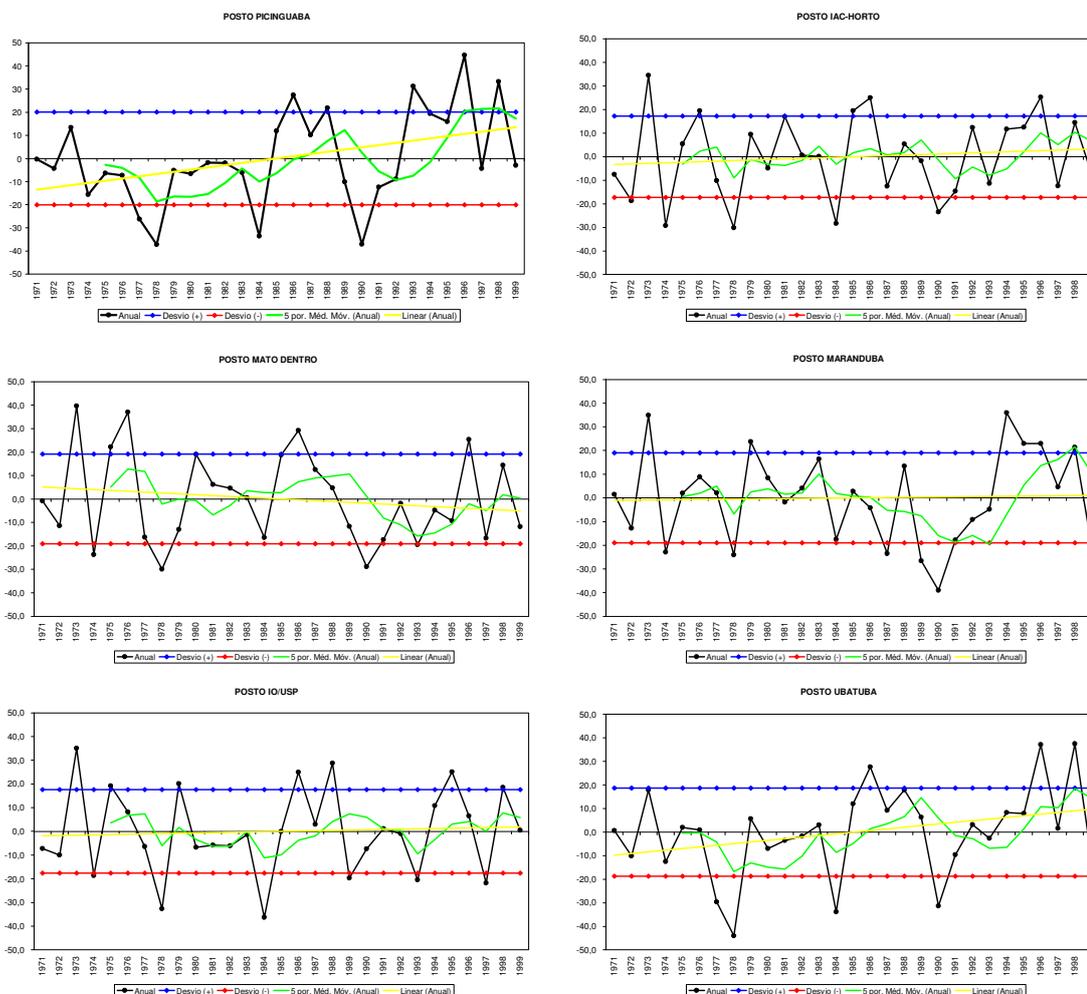


Figura 16. Totais Pluviais Anuais e Desvio Padrão no período de 1971-1999.

Apesar disso é possível notar, como já havíamos dito, a contribuição não só do efeito orográfico, mas principalmente da disposição da Serra do Mar no incremento pluvial nas estações mais ao norte do município, por conta da “aproximação” da Serra do Mar da linha de costa (Figura 17).

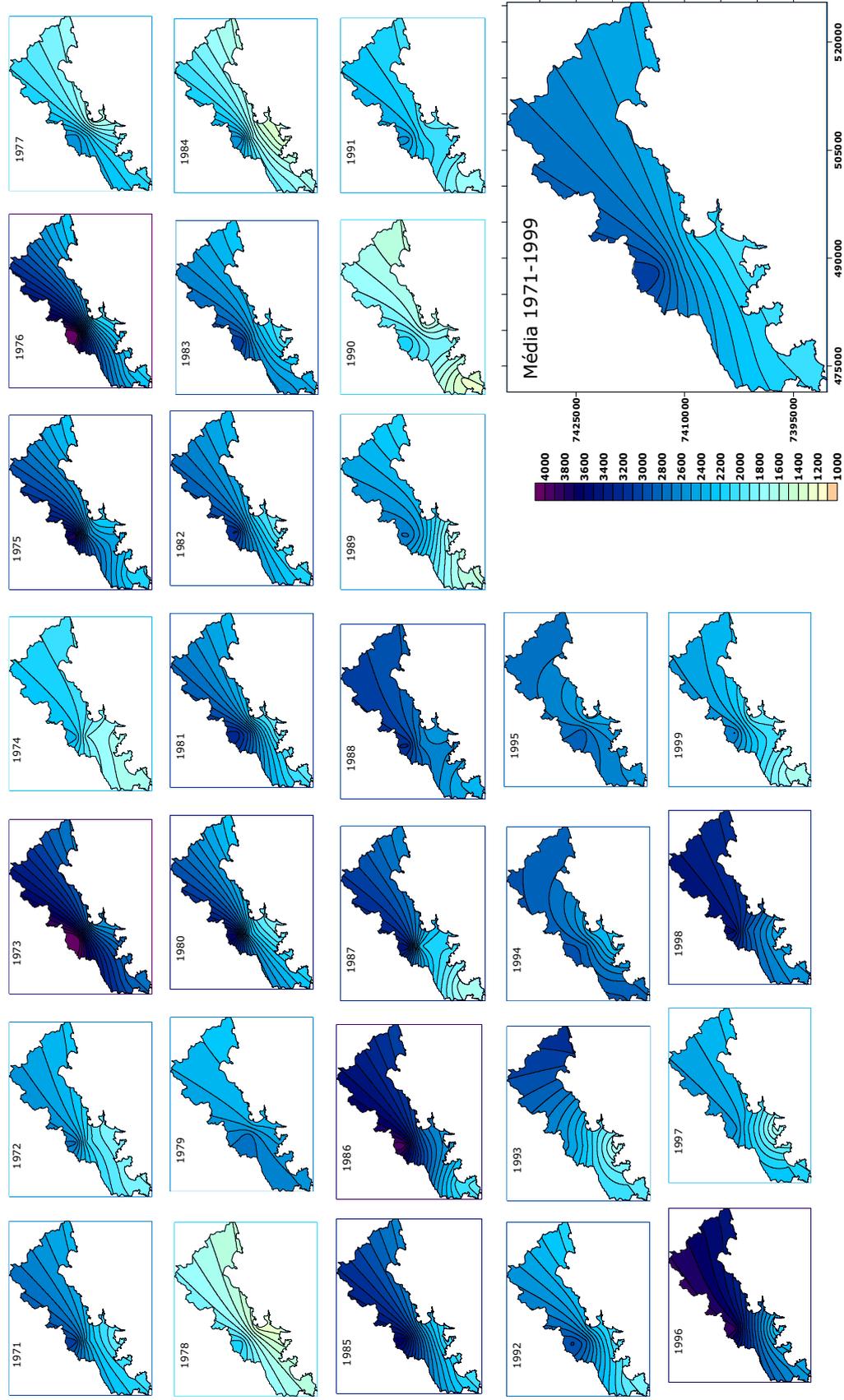


Figure 17. Annual precipitation distribution in the municipality of Ubatuba in the period from 1971 to 1999.

Fonte: TAVARES, R. et al. (2005) Elaboração: BRIGATTI, N (2006)

5

O fenômeno das marés⁴

A superfície dos mares não permanece estacionária. Devido, principalmente, às atrações da Lua e do Sol, a massa líquida se movimenta no sentido vertical, dando origem às marés e, também, horizontalmente, provocando as correntes de maré. Ademais, o aquecimento desigual dos diferentes pontos da Terra pelo Sol e os grandes sistemas de vento resultantes dão origem às correntes oceânicas.

Maré é a oscilação vertical da superfície do mar ou outra grande massa d'água sobre a Terra, causada primariamente pelas diferenças na atração gravitacional da Lua e, em menor extensão, do Sol sobre os diversos pontos da Terra.

A oscilação da maré é consequência, basicamente, da Lei da Gravitação Universal de Newton, segundo a qual os corpos se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que as separa. A Lua, devido à sua proximidade, é o corpo celeste que mais influencia a maré, seguindo-se o Sol, por força de sua enorme massa. A influência dos demais planetas e estrelas é bem menos significativa.

A Terra e, especialmente, seus oceanos, são afetados pela atração gravitacional do sistema Terra–Lua e pelas forças centrífugas resultantes de sua revolução em torno de um centro comum (baricentro ou centro de massa do sistema Terra–Lua), constituído por um ponto localizado no interior da Terra, aproximadamente 810 milhas (cerca de 1.500 km) abaixo de sua superfície. A força gravitacional (F_g) e a força centrífuga (F_c) estão em equilíbrio e, como resultado, a Terra e a Lua nem colidem, nem se afastam uma da outra no espaço (Figura 18).

⁴ Este texto é baseado na publicação intitulada “Navegação costeira, estimada e em águas restritas”, publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN/MAR).

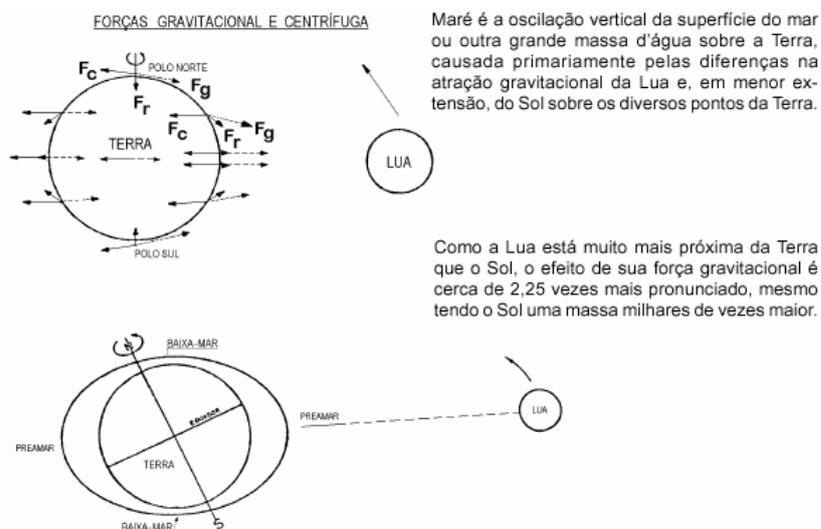


Figura 18. Forças geradoras das marés.

Entretanto, embora o sistema Terra–Lua como um todo esteja em equilíbrio, partículas individuais na Terra não estão. A força centrífuga é a mesma em qualquer lugar, pois todos os pontos na superfície da Terra descrevem o mesmo movimento em torno do centro de massa comum. Estas forças são todas paralelas entre si e paralelas a uma linha unindo o centro da Terra ao centro da Lua. Por outro lado, a força gravitacional não é a mesma em todos os lugares; as partículas mais próximas da Lua sofrem uma força gravitacional maior que aquelas localizadas no lado mais afastado da Terra. Ademais, estas forças não são paralelas, tendo cada uma a direção da linha que une a partícula correspondente ao centro da Lua.

Assim, as resultantes dessas forças (F_r), mostradas com ênfase exagerada na Figura, levarão a água da superfície a fluir em direção aos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua (ponto sublunar e sua antípoda, respectivamente). Este fluxo causa níveis de água mais altos que o normal nesses pontos e níveis mais baixos que o normal nas áreas de onde o fluxo provém. Embora no ponto mais próximo e mais distante da lua haja indicação de uma força resultante (F_r) para fora, esta é muito fraca, não tendo intensidade suficiente para causar uma maré apreciável. A maré resulta, realmente, das forças quase horizontais que causam o fluxo acima descrito, na direção dos pontos da superfície da Terra mais próximo e mais afastado da Lua. Esta explicação, abreviada e simplificada, ajuda muito a entender o fenômeno das marés.

Como a Terra gira cada dia em torno de seu eixo, de Oeste para Leste, completando uma rotação a cada 24 horas, o ponto da superfície da Terra que fica na direção

da Lua muda e, teoricamente, cada ponto na Terra apresentaria duas preamares (PM) e duas baixa-mares (BM) no período de 24 horas. Entretanto, como a Lua gira em torno da Terra no mesmo sentido em que a Terra gira em torno de seu eixo, o tempo que a Terra leva para efetuar uma rotação completa com relação à Lua é de aproximadamente 24h 50m, período conhecido como um dia lunar. Ademais, como resultado da inclinação do eixo da Terra, as PREAMARES e as BAIXA-MARES sucessivas não são normalmente de níveis iguais.

As forças de atração da Lua e do Sol se somam duas vezes em cada luação (intervalo de tempo entre duas conjunções ou oposições da Lua, cujo valor, em dias médios, é 29,530588 dias), por ocasião da Lua Nova e da Lua Cheia, produzindo marés de sizígia, com preamares (PM) muito altas e baixa-mares (BM) muito baixas.

As forças de atração do Sol e da Lua se opõem duas vezes em cada luação, por ocasião do quarto crescente e quarto minguante da Lua, produzindo marés de quadratura, com preamares mais baixas e baixa-mares mais altas.

As marés de sizígia (ou de águas vivas) e as marés de quadratura (ou de águas mortas) podem ser visualizadas na Figura 19 apresentada a seguir.

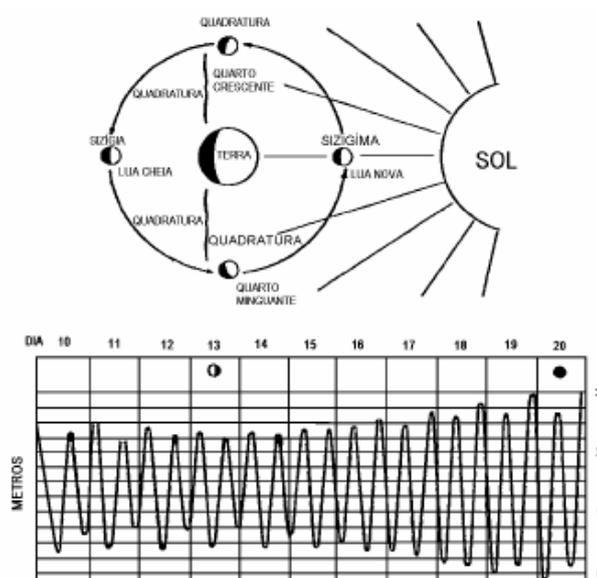


Figura 19. Marés de sizígia e quadratura.

Nível médio do mar

Nível médio do mar (por vezes abreviado para nível do mar) é a altitude média da superfície do mar medida em relação a uma superfície terrestre de referência. O

nível médio do mar é por sua vez utilizado como ponto de referência a partir do qual são medidas as altitudes dos acidentes topográficos e marcadas as curvas de nível e as altitudes nos mapas e plantas.

Definição do nível de referência

A determinação da superfície de referência a partir da qual determinar o nível médio do mar oferece grande complexidade: por um lado o nível do mar não é de todo constante, variando constantemente em função da ondulação, das marés, da pressão atmosférica, temperatura das águas do mar e de múltiplos outros fatores cíclicos que sobre ele atuam com períodos que variam de segundos a milhares de anos.

Para além dos fatores de natureza cíclica, dependentes de circunstâncias astronômicas ou meteorológicas, o nível do mar está ainda sujeito aos efeitos das variações impostas pela eustasia, o que torna a determinação do seu nível médio deveras complexa.

Medição do nível médio do mar

A medição do nível médio do mar foi tradicionalmente feita com base nas leituras dos marégrafos, instrumentos que permitem medir a variação do nível das águas num determinado local. Eliminando dos dados recolhidos as flutuações devidas às ondas, a fatores meteorológicos e às marés e outros fatores astronômicos, obtém-se uma leitura do nível médio do mar durante determinado período por referência ao *datum* utilizado.

As medições assim obtidas incorporam os efeitos eustáticos e isostáticos, sendo em geral escolhidos como referência para o *datum*, ambientes geológicos estáveis, isto é onde as variações isostáticas e outras que afetem a altitude do ponto de referência sejam praticamente insignificantes, isolando assim apenas os efeitos eustáticos.

Esta dependência em relação ao *datum* (referencial de altitude) e a necessidade de obter medições sobre áreas extensas de oceano onde referenciais adequados não estão disponíveis, levou, por um lado, à utilização de medições com base na reflexão de radiação eletromagnética a partir de um satélite (altimetria por satélite), e por outro, à utilização de sistemas de posicionamento global (GPS) nas medições. Estas medições, por não dependerem dos movimentos relativos da crosta, pelo menos diretamente, e poderem

representar grandes áreas oceânicas, são mais seguras e permitem uma melhor avaliação do nível médio do mar e da sua variação.

Variação temporal

A variação temporal do nível do mar segue um padrão complexo devido à inter-relação de um conjunto vasto de efeitos que podem ser incluídos nos seguintes grandes grupos:

- Fatores dependentes da eustasia, ou seja, do volume da água existentes no oceano global, aí se incluindo:
 - Variação da massa de água presente no oceano por captura em massas de gelo ou sua fusão. Este efeito está ligado às glaciações, tendo períodos de recorrência da ordem das dezenas ou mesmo centenas de milhares de anos;
 - Efeitos estéricos resultantes da variação da água devido a expansão e contração térmica, com periodicidade anual em função das estações do ano, mas com uma componente, muito mais importante e pouco conhecida, ligada à variação global da temperatura dos oceanos;
- Fatores ligados à isostasia, em especial à glacioisostasia, fazendo variar o nível médio do mar e ao mesmo tempo alterando a posição dos fundos marinhos e a elevação das costas;
- Fatores meteorológicos ligados ao estado local do tempo e à propagação da agitação marítima a média e longa distância;
 - A ondulação e o vento, contribuindo para o empilhamento da águas, o que em baías e golfos pode levar a alguns metros de subida do seu nível em relação ao nível médio (ou descida quando os ventos sopram de terra).
 - A pressão atmosférica, causando uma subida (nas baixas pressões) ou descida (nas altas pressões) que corresponde ao equilíbrio hidrostático da coluna água/atmosfera face às zonas circundantes. Quando as diferenças de pressão são grandes entre pontos próximos (elevados gradientes), como acontece nos ciclones tropicais, o efeito de pressão pode significar $\pm 1,5$ m;
- Fatores astronômicos, com destaque para:

-
- A maré, fazendo oscilar periodicamente o nível das águas de acordo com um padrão controlado pela posição relativa do Sol e da Lua e com as condições de ressonância de cada bacia oceânica;
 - Efeitos astronômicos de longo período resultantes das posições relativas da Terra, do Sol e da Lua, sobrepondo à maré oscilações de período muito longo;
 - Variação da temperatura das águas do mar, afetando a eustasia de origem estérica em função dos ciclos anuais e de outras flutuações térmicas induzidas pelas flutuações na radiação solar devidas a causas astronômicas;
 - As correntes marinhas, afetando as temperaturas e salinidades, e, através do efeito geostrófico, aumentando localmente a altura das águas (tal fenômeno pode ser observado na costa brasileira na atuação da Corrente do Brasil, principalmente no mês de março);
 - Variações de salinidade, afetando a densidade das águas, em resultado da fusão de gelos, aumento ou redução da descarga de rios e variações na precipitação;

6

Um estudo de caso: análise do ano de 1997

6.1 Passagens frontais

Em termos de valores anuais, fica claro que o ano de 1997 é aquele que mais se destaca no período analisado, com 61 passagens de sistemas perturbados (Gráficos 01 e 02). Vale destacar o período compreendido entre 1995 e 2000, pois se pode observar uma maior participação destes fenômenos no contexto do segmento temporal analisado.

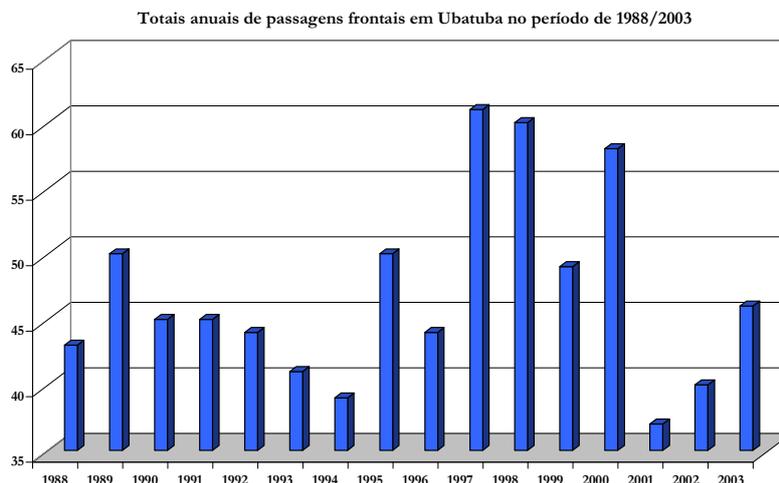


Gráfico 01. Totais anuais de passagens frontais sobre Ubatuba: 1988/2003.

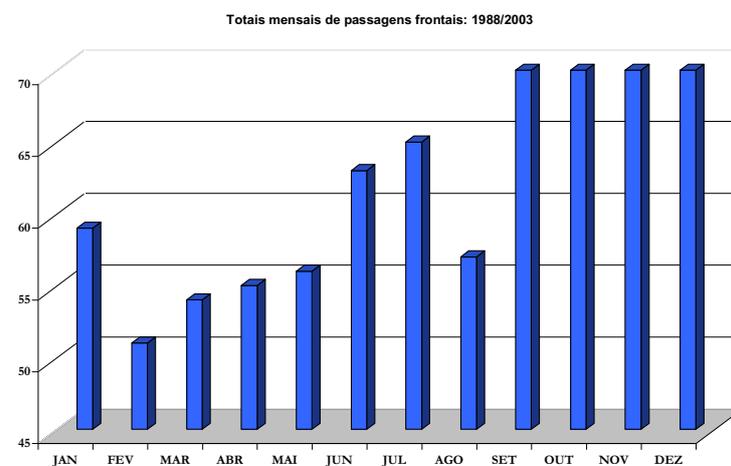


Gráfico 02. Passagens frontais: totais mensais no período de 1988/2003.

6.2. Episódios notificados à defesa civil

Partindo da análise do total de passagens frontais (no qual escolhemos o ano de 1997), recorreremos aos dados disponíveis junto à defesa civil. O objetivo deste procedimento foi analisar se haviam fatores explicativos destes episódios.

Dos episódios notificados, dois estavam relacionados a altos valores pluviométricos e um deles, apesar de também ter ocorrido em decorrência de chuvas, apresentava valores longe de poderem ser considerados extremos, tal como podemos observar na tabela 3:

Município	Data	Área	Processo	Causa provável	Precipitação	Fonte do dado
Ubatuba	17/1/1997	-	Enchente/ Inundação	Transbordamento do rio/córrego	35,6 mm (24h) e 140,4 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	17/1/1997	-	Alagamento	Deficiência estrutural/conservação	35,6 mm (24h) e 140,4 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	17/1/1997	-	Alagamento		35,6 mm (24h) e 140,4 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	22/1/1997	-	Alagamento	Deficiência drenagem/conservação	18,1 mm (24h) e 76,1 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	22/1/1997	-	Alagamento	Deficiência drenagem/conservação	18,1 mm (24h) e 76,1 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	16/11/1997	-	Alagamento	Deficiência drenagem/conservação	65,5 mm (24h) e 163,1 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	16/11/1997	-	Alagamento	Deficiência drenagem/conservação	65,5 mm (24h) e 163,1 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
Ubatuba	15/11/1997	-	Alagamento	Deficiência drenagem/conservação	92,2 mm (24h) e 108,4 mm (72h)	Defesa Civil de Ubatuba
São Sebastião	25/5/1997	Rio Cambury	Enchente/ Inundação	Transbordamento do rio/córrego	26,6 mm (24h) e 30,8 mm (72h)	IG - SMA (1996)
São Sebastião	25/5/1997	Sahy/ Baleia	Enchente/ Inundação	Transbordamento do rio/córrego	26,6 mm (24h) e 30,8 mm (72h)	IG - SMA (1996)
São Sebastião	25/5/1997	Juquehy	Enchente/ Inundação	Transbordamento do rio/córrego	26,6 mm (24h) e 30,8 mm (72h)	IG - SMA (1996)
São Sebastião	25/5/1997	Rio Una	Enchente/ Inundação	Transbordamento do rio/córrego	26,6 mm (24h) e 30,8 mm (72h)	IG - SMA (1996)

Tabela 3. Eventos notificados à defesa civil nos municípios do Litoral Norte no ano de 1997. Fonte: SIIGAL (2003)

Destacado em amarelo estão os totais de chuvas acumulados em 24h e 72h, que não se encontram dentro dos valores mínimos estipulados na metodologia utilizada pela Defesa Civil na indicação de episódios potencialmente geradores deste tipo de eventos na região. Apesar de ter ocorrido no município de São Sebastião, repercutiu regionalmente, como constatamos nos registros de nível do mar obtido na base de Ubatuba.

6.3. Análise intra-anual: critérios de sazonalidade e episódio selecionado

Orientados, portanto, pelos totais anuais de passagens frontais e pela ocorrência de episódios – pelo menos aqueles notificados -, optamos pela análise do já referido ano de 1997.

Diante disto, consideramos que seria interessante a análise das estações do verão e da primavera, pois apresentavam episódios de variação do nível do mar residual os quais proporcionariam a análise dos quadros sinóticos e oceanográficos nos quais haviam sido

notificados episódios.

Também procedemos à análise do mês de maio, pois apesar de não se destacar do ponto de vista pluvial, apresentou um episódio no município de São Sebastião, além de um desvio positivo considerável do valor de NMR. Em pesquisa realizada junto a periódico de circulação local¹ também foi encontrada matéria referente à inundação ocorrida na parte central do município de Ubatuba, próximo ao bairro do Itaguá.

Sendo assim, foram analisados episódios referentes aos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, outubro, novembro e dezembro, escolhidos de acordo com variações significativas do nível do mar, as quais poderiam estar relacionadas a fatores atmosféricos em escala regional.

Desta forma, segue a análise dos episódios selecionados, respeitando-se os critérios estabelecidos.

VERÃO

Janeiro

No mês de janeiro de 1997, dois episódios merecem destaque no que se refere a variação do nível do mar residual, sendo um identificado no período de 04 a 08 do referido mês e o outro entre os dias 20 e 23.

O primeiro apresenta variações na amplitude dos níveis do mar registrados, os quais fogem ao padrão identificado no mês. O segundo indica um intervalo de aproximadamente três dias, compreendendo período de aumento e relativa manutenção do padrão, seguido por declínio gradual dos valores apresentados (Gráfico 3).

Episódio 1

No dia 03, a área de estudo se encontra sob a influência do sistema polar atlântico, que ocasiona temperaturas entre 24 e 25°C, pressão atmosférica de aproximadamente 1013mb e umidade relativa em torno de 80%. Sob estas condições e com a presença do núcleo do sistema sobre o oceano o nível do mar permanece estável, seguindo o padrão dos dias anteriores.

O dia 04 é marcado pelas perturbações atmosféricas ocasionadas pelo embate entre o sistema tropical atlântico e o sistema polar atuante no dia anterior. Em decorrência

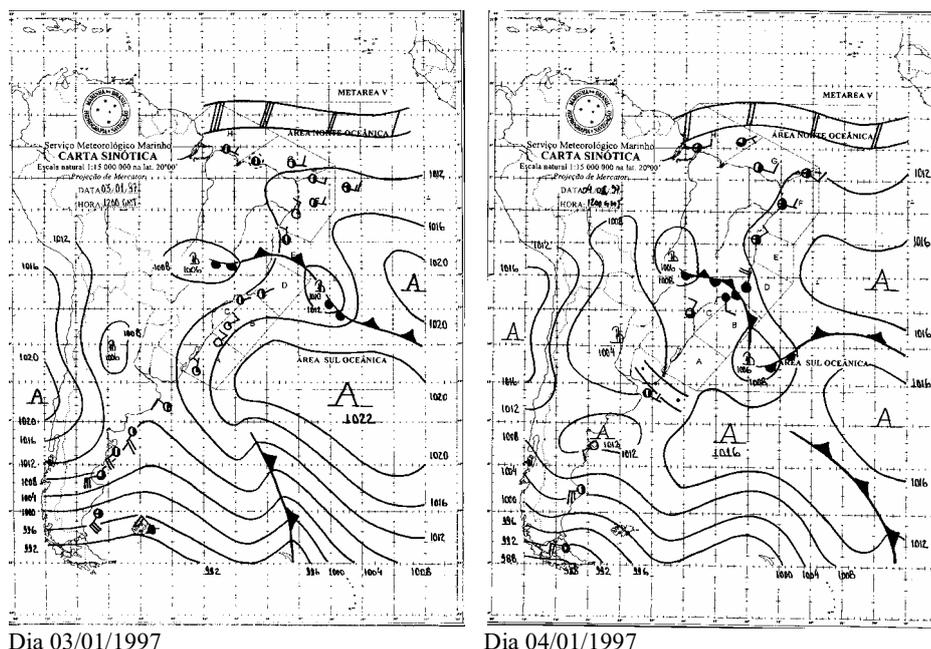
¹ Jornal "A Cidade", edição do dia 01/06/1997.

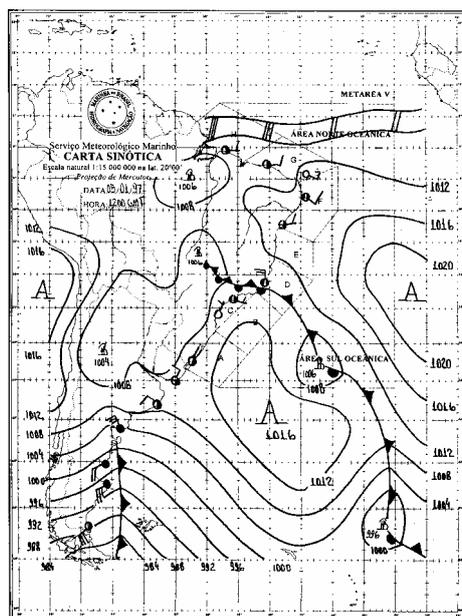
deste confronto, há a formação de uma frente estacionária sobre o continente concomitantemente a uma frente fria com ar quente de retorno sobre o oceano. A pressão cai para 1008mb e há um ligeiro aumento das temperaturas do ar, conjuntamente a um ligeiro declínio da TSM. Observa-se uma amplitude significativa no nível do mar residual (~0,65cm) num curto intervalo temporal.

No dia 05 a frente estacionária permanece sobre a região e ocorre o enfraquecimento do núcleo do sistema polar, resultando na dissipação frente no dia 06. Nestes dois dias não ocorrem variações bruscas no comportamento da curva do nível do mar.

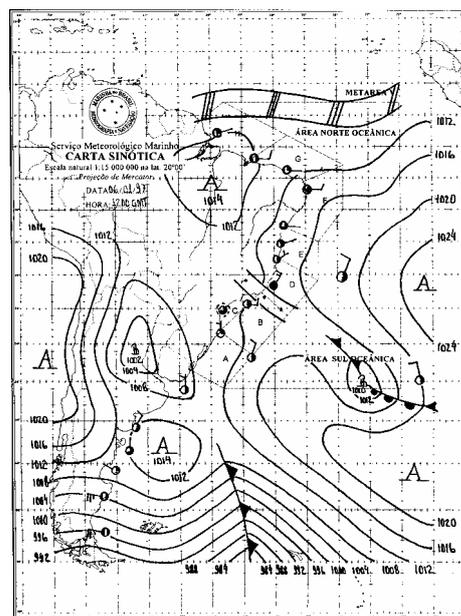
Nos dias 07 e 08 o sistema tropical atlântico domina novamente a região, provocando aumento da temperatura do ar, estabilização e posterior declínio da pressão e da umidade relativa. Episódios de variação semelhantes aos do dia 04 ocorrem, juntamente com o aumento dos valores da TSM, que apresentam os maiores valores registrados no mês (~28°C).

No quadro 1 podemos observar as cartas sinóticas referentes ao período analisado.

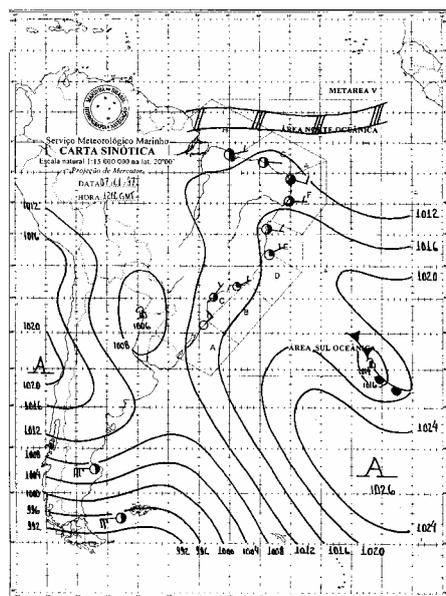




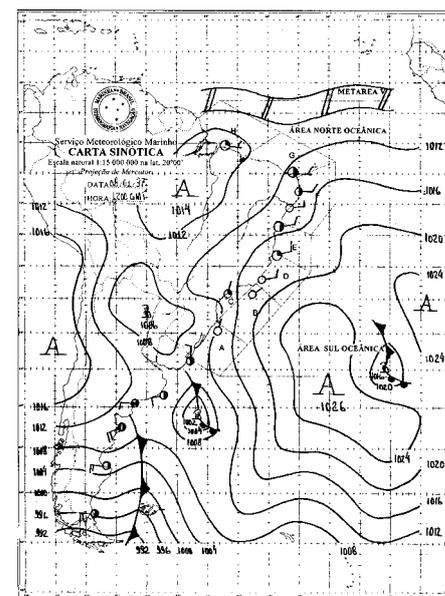
Dia 05/01/1997



Dia 06/01/1997



Dia 07/01/1997



Dia 08/01/1997

Quadro 1. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 01” de janeiro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil

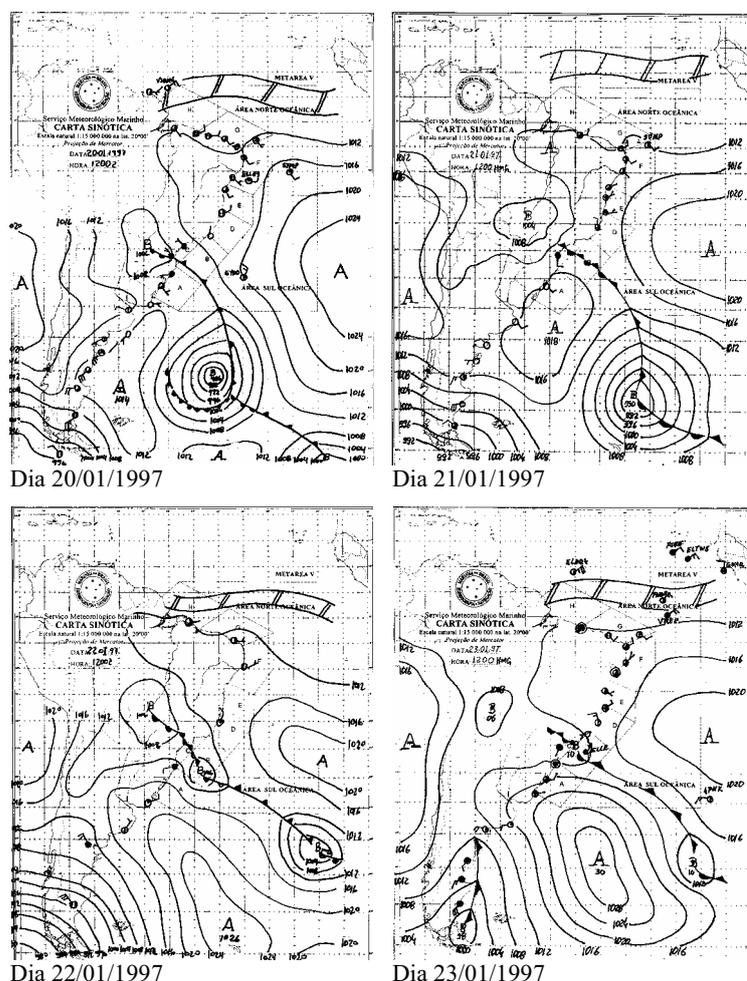
Episódio 02

No dia 20 há atuação do sistema tropical atlântico continentalizado. As temperaturas do ar situam-se entre 26 e 30°C, a umidade relativa em torno de 78% e a pressão gira em torno de 1009mb. A partir da análise da carta sinótica deste dia, podemos observar a presença de uma depressão barométrica entre o sistema tropical atlântico e o polar ao sul da

área analisada.

A partir do quadro sinótico descrito anteriormente, forma-se a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), bem caracterizada nas cartas representativas dos dias 21, 22 e 23 de janeiro (quadro 2). Neste período, marcado por perturbações atmosféricas na linha que se estende do continente ao oceano, ocorre a flutuação no nível do mar residual. O dia que apresenta os maiores níveis é exatamente o de número 22, coincidindo com a elevação da TSM. Após este período, paulatinamente tem-se o declínio da curva representativa do nível do mar.

O fenômeno da ZCAS permanece atuando até o dia 27, quando dá lugar ao sistema tropical atlântico. Durante a atuação da Zona de Convergência, foram precipitados 96,6mm.



Quadro 2. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 02” de janeiro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil

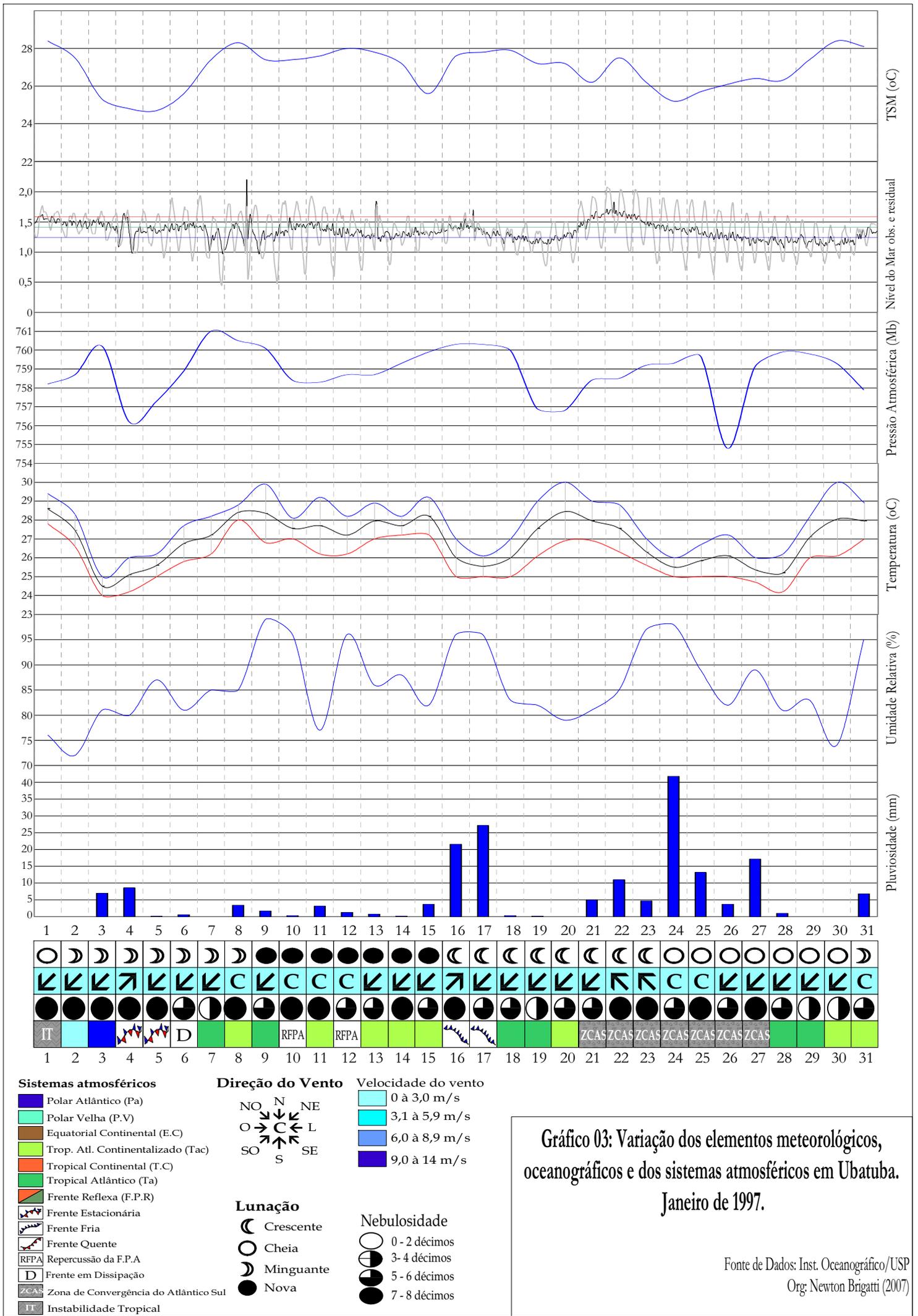


Gráfico 03: Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba. Janeiro de 1997.

Fonte de Dados: Inst. Oceanográfico/USP
Org: Newton Brigatti (2007)

Fevereiro

Fevereiro caracterizou-se por ser um mês dominado, em grande parte, pelos sistemas atmosféricos tropicais sobre o continente. Mesmo assim, percebem-se algumas flutuações do nível do mar, originadas pela atuação de perturbações frontais sobre o oceano.

A curva dos valores residuais do nível do mar situa-se, em quase toda sua totalidade, entre os valores anuais do desvio positivo e negativo. Desta forma, optamos pela escolha de dois episódios a serem melhor caracterizados, quais sejam, uma oscilação positiva ocorrida entre nos dias 21 e 22 e uma negativa (inclusive abaixo do desvio anual encontrado) ocorrida entre os dias 09 e 11 (Gráfico 4).

Episódio 3

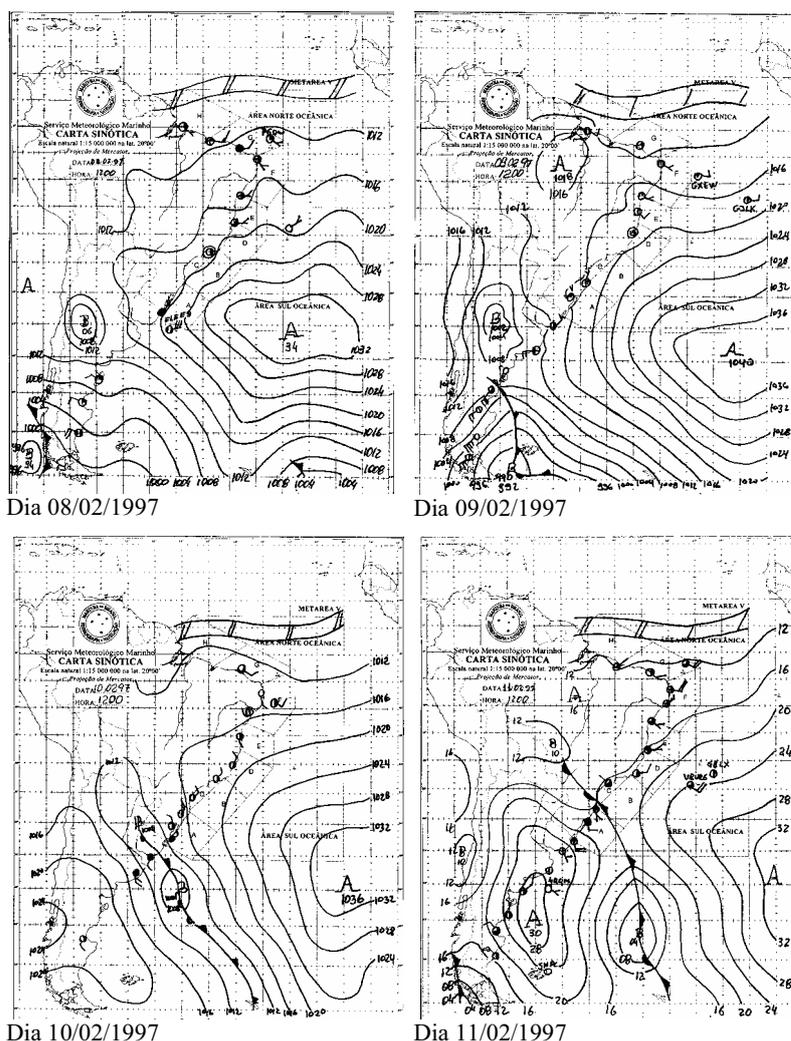
Nos dias considerados não ocorreu precipitação.

O dia 08 de fevereiro de 1997 mostra valores de nível do mar residual próximos a média. Após a passagem de uma frente sobre o oceano no dia seis e sua dissipação no dia 07, a massa tropical atlântica (Ta) predomina, com um núcleo de aproximadamente 1034mb. A TSM deste dia é de 28,5°C e a temperatura média do ar gira em torno de 29,5°C.

No dia 09 o anticiclone sobre o oceano se fortalece (~1040mb), a TSM diminui (27,2 °C) juntamente com a temperatura do ar (apenas 0,5 °C). Os níveis do mar começam a declinar concomitantemente.

Os menores valores de nível do mar residual (1,01m) e do nível observado (0,4m) do período são registrados no dia 10. O quadro sinótico presente neste dia caracteriza-se ainda pela atuação da Ta, queda de pressão sobre a área de Ubatuba, temperatura média do ar e da superfície do mar estável em relação ao dia anterior e umidade relativa (UR) próxima a 97%.

No dia 11 tem-se um o início do crescimento da curva relativa ao NMR, refletindo um quadro sinótico de enfraquecimento do sistema Ta e da aproximação de uma frente fria ao sul. A TSM declina, bem como a UR.



Quadro 3. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 03” de fevereiro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil

Episódio 04

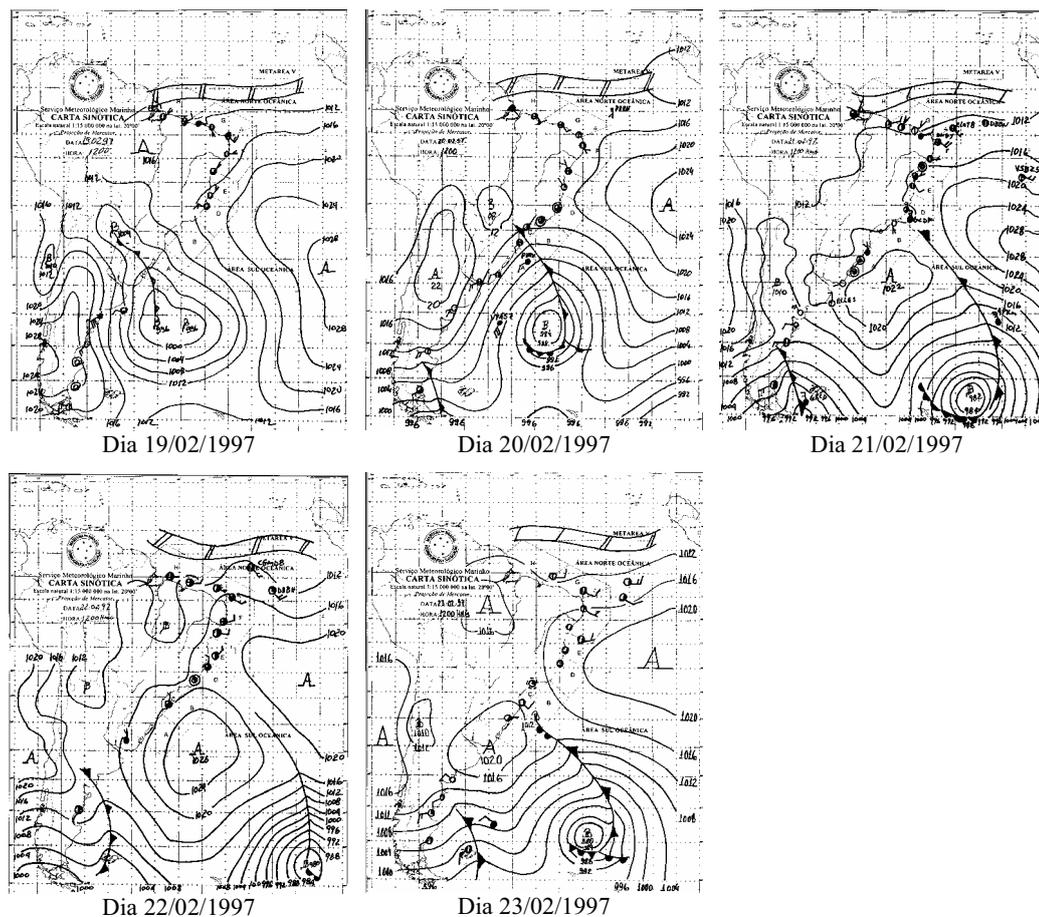
O episódio 04 deve, necessariamente, começar a ser analisado a partir do dia 19. Nesta data o sistema atuante foi o tropical atlântico continentalizado (Tac) e os valores do NMR encontravam-se estáveis desde o início de sua atuação.

Com a passagem de uma frente fria no dia 20, ocorre precipitação (foram registrados 26,2mm na estação do IO em Ubatuba) e uma pequena elevação dos valores de NMR. A pressão atmosférica também se eleva e as temperaturas do ar registradas refletem o aquecimento pré-frontal.

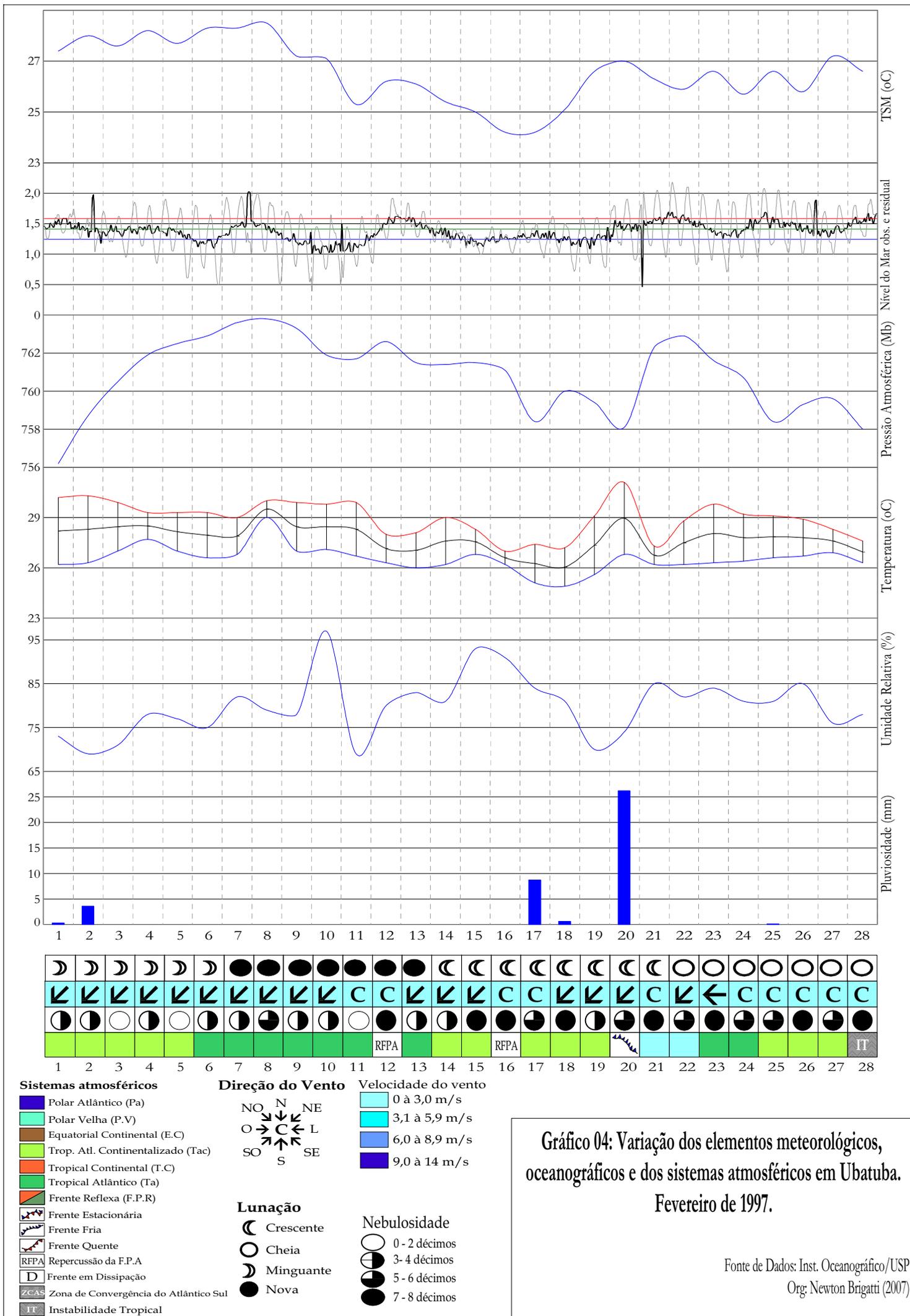
No dia 21 o sistema polar já tropicalizado (polar velho) atua sobre a área fazendo a pressão atmosférica subir ainda mais e provocando queda de temperatura do mar e

TSM, bem como aumento da umidade relativa.

O mesmo sistema atua no dia 22 contribuindo para a manutenção dos valores de nível do mar residual e diminuição da TSM. No dia 23 o sistema Pv dá lugar a atuação do sistema tropical atlântico, fato que proporciona o início do declínio da curva de NMR, queda da pressão atmosférica, ligeiro aumento das temperaturas e ventos do quadrante leste.



Quadro 4. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 04” de fevereiro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil



Março

O mês de março de 1997 foi aquele que apresentou o maior número de dias nos quais atuaram sistemas perturbados em geral, tais como a frente fria (FF), a repercussão desta (RFPA), frentes em dissipação (D) e linhas de instabilidade (IT). Oito dias também estiveram sob o domínio do sistema polar velho (Pv).

A maior concentração consecutiva destes sistemas refere-se ao período compreendido entre os dias 14 e 22 (Gráfico 5), sendo este, portanto, o alvo de nossa análise.

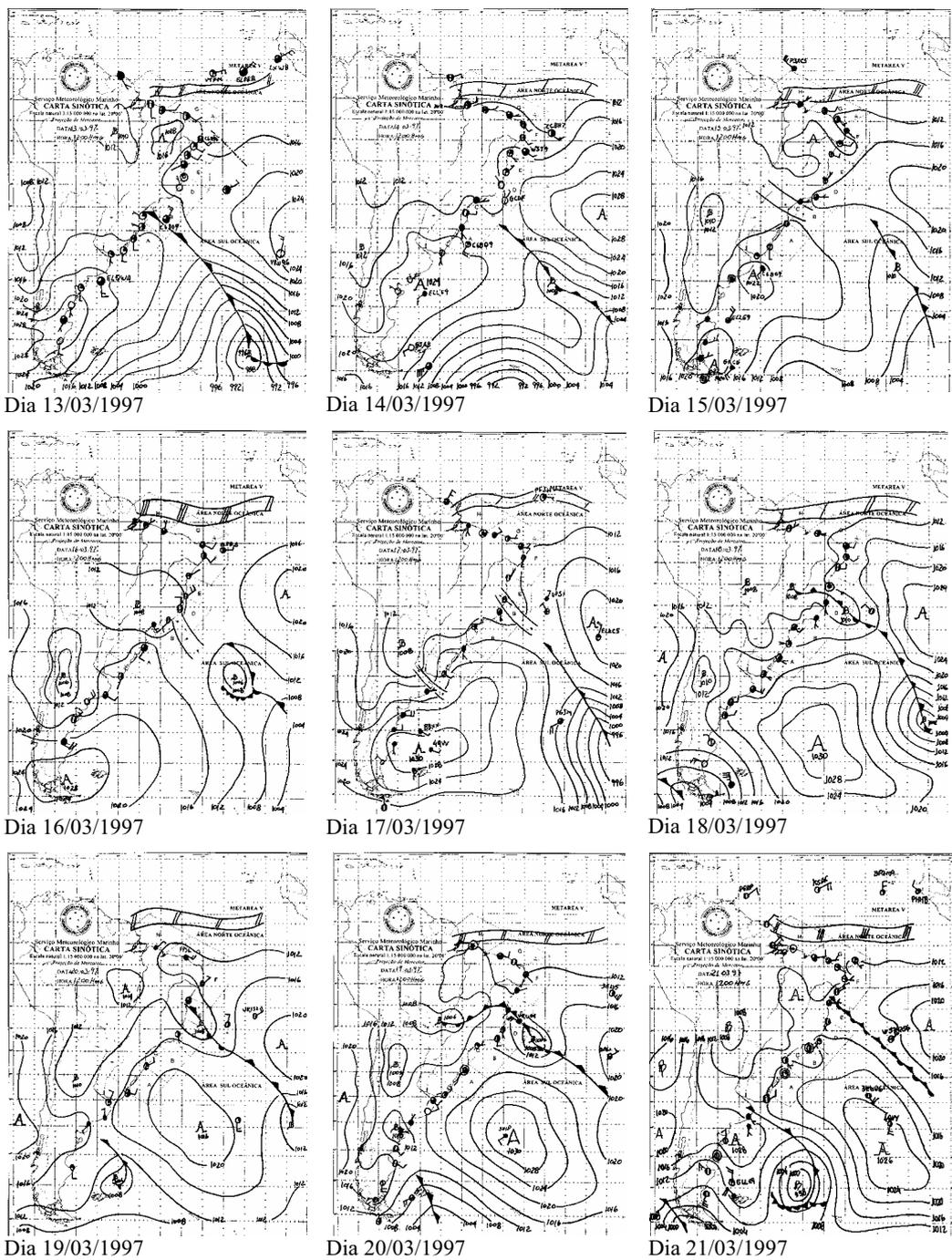
Episódio 5

No dia 13, apesar do litoral de Ubatuba estar sob o domínio do sistema tropical atlântico, já se começa a sentir os efeitos da aproximação de uma frente fria nos valores do NMR. No dia 14 já há uma clara repercussão desta frente, os elementos meteorológicos já demonstravam tais características de mudança no tipo de tempo.

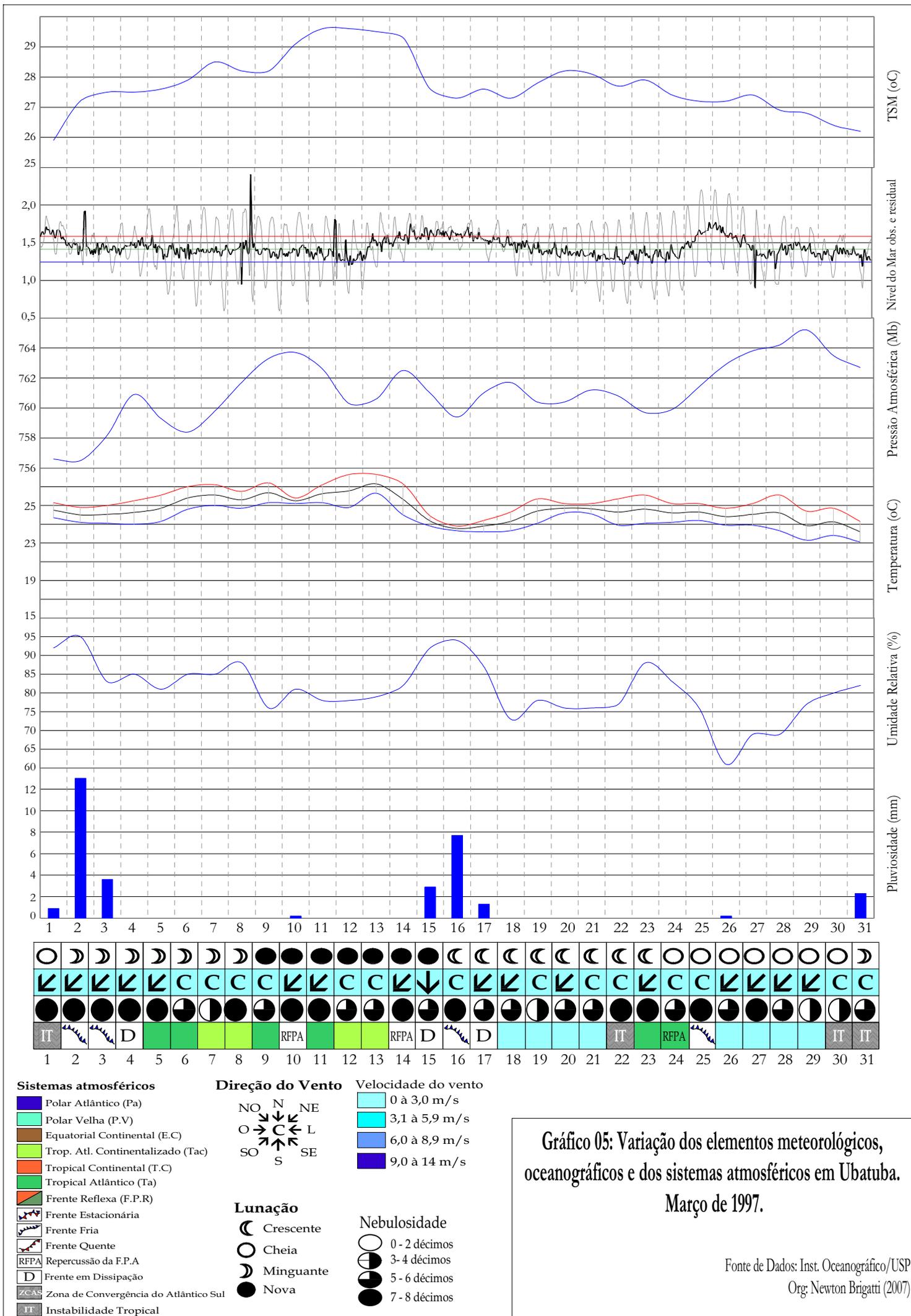
No dia 15 esta frente começa a dissipar-se sobre o oceano, mas os efeitos do sistema perturbado são visíveis. Refletidos na queda da TSM e na manutenção dos valores do NMR e do nível do mar real, assim como na oscilação da pressão atmosférica e queda das temperaturas.

A presença de um núcleo de baixa pressão no interior do Brasil no dia 16 e a aproximação de um novo anticiclone polar no dia 17 colaboram para a manutenção do quadro perturbado sobre o litoral e sobre o oceano, fato que se reflete na manutenção dos níveis de NMR e nos valores da TSM.

Posterior à dissipação da frente no dia 17, ocorre a atuação do sistema polar velho até o dia 21. Neste período o NMR vai gradualmente voltando ao intervalo compreendido entre os valores do desvio padrão, até a atuação de uma linha de instabilidade no dia 22.



Quadro 5. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 05” de março de 1997. Fonte: Marinha do Brasil



PRIMAVERA

Outubro

No mês de outubro de 1997, analisaram-se dois episódios, sendo um representativo de variação negativa do NMR e outro de variação positiva.

O primeiro refere-se ao período compreendido entre os dias 04 e 06 e o segundo referente ao período de 17 a 21 de outubro, tal como se pode identificar no gráfico 06.

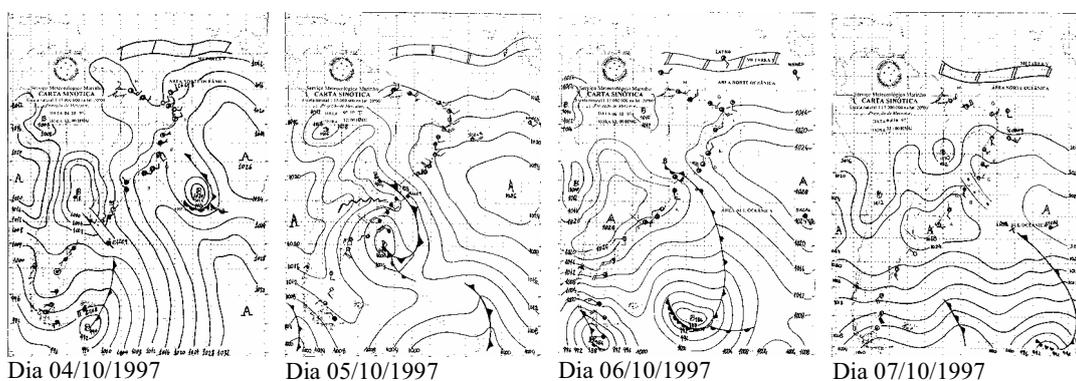
Este mês teve grande participação dos sistemas extratropicais e de perturbações atmosféricas associadas, registrando vários dias com precipitação.

Episódio 06

No dia 04 observa-se uma oclusão sobre o oceano, próximo ao litoral de Ubatuba. Esta situação provoca uma diminuição da pressão atmosférica, um ligeiro aumento das temperaturas do ar e da TSM. O NMR começa a mostrar uma diminuição dos seus valores. O sistema atmosférico atuante neste dia foi identificado como o polar velho (Pv).

No dia 05 o núcleo do sistema tropical avança em direção ao continente. Pela penetração do ramo deste sistema atuante sobre Ubatuba; fazendo o caminho sobre o continente; identificamos este dia como estando sob o domínio da Tac. Repercutindo sobre os elementos atmosféricos, tem-se o aumento das temperaturas (do ar e da TSM) e diminuição da pressão atmosférica. O NMR deste dia fica abaixo do desvio padrão negativo anual.

No dia 06 a Ta continua a atuar sobre a região. Desta forma, os elementos atmosféricos continuam a evoluir como no dia anterior. O nível do mar residual continua a demonstrar valores mais baixos que a média, mas os valores já começam a se elevar. No dia posterior a chegada de uma frente fria continua esta tendência e representa o início de um outro quadro: de valores positivos no NMR.



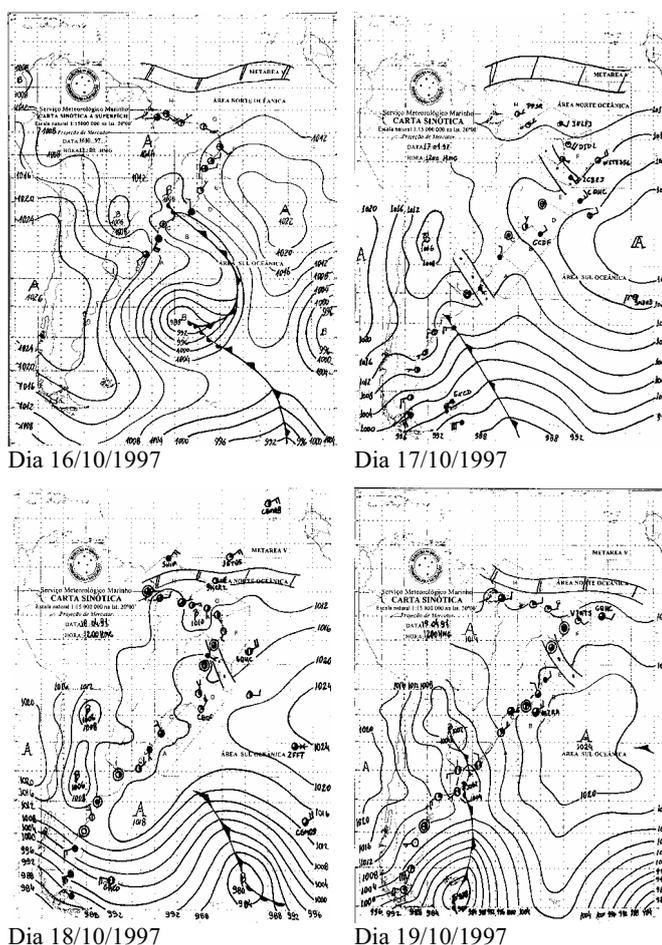
Quadro 6. Cartas relativas ao “episódio 06”, de outubro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil sinóticas

Episódio 07

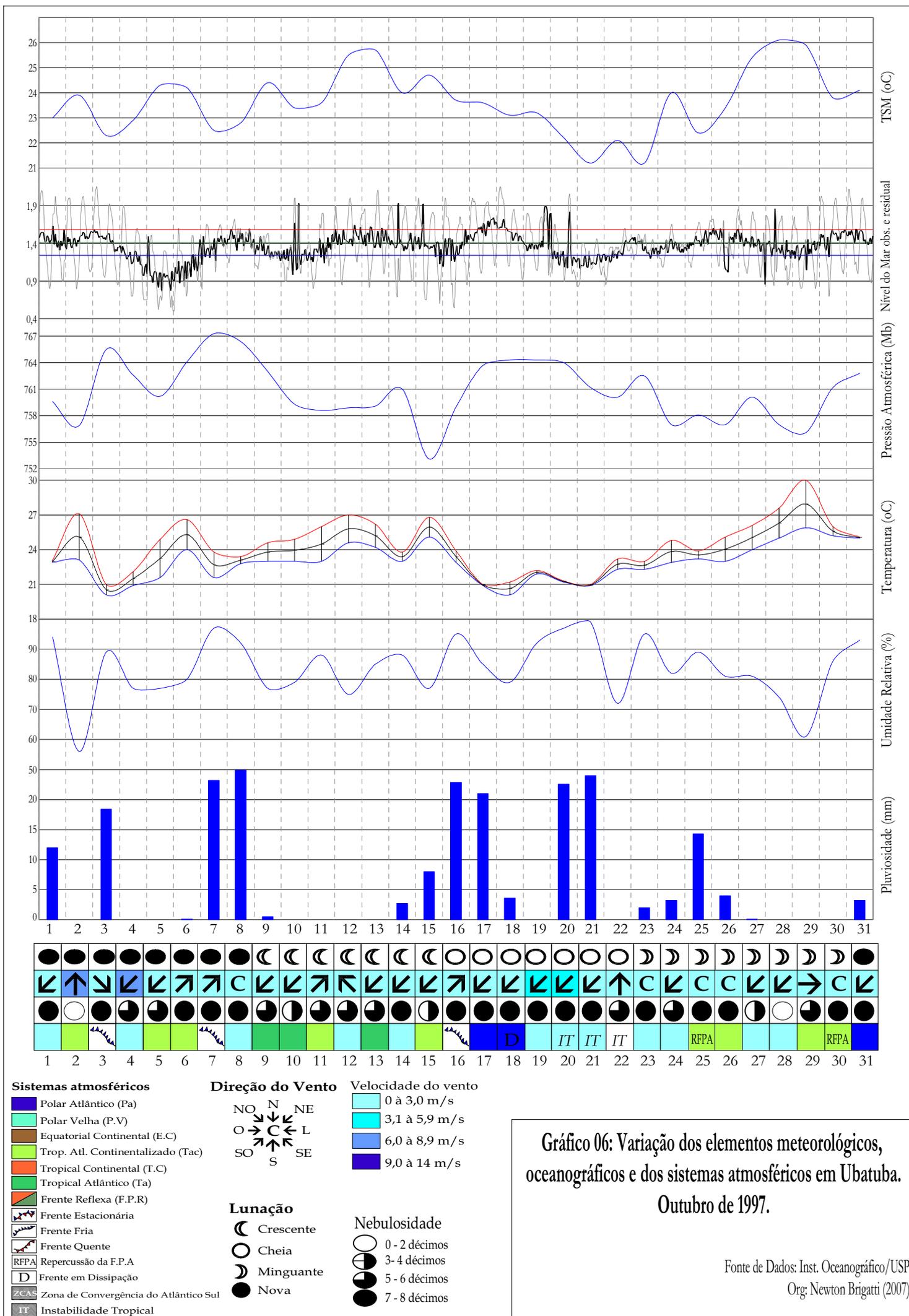
No dia 16 a passagem de uma frente fria sobre a região influi sobre os valores do NMR, fazendo-os subir. No que tange aos elementos meteorológicos, há um aumento da pressão atmosférica, queda de temperatura do ar e da TSM.

No dia 17 o ar polar atua sobre a região, provocando aumento de pressão (~1019mb) e novas quedas de temperatura do ar e TSM. Exatamente entre este dia e o posterior, ou seja, o dia 18, é que ocorrem os maiores valores de resíduo, chegando a até 1,74m acima da previsão.

No dia 18 a frente começa a se dissipar. O núcleo do anticiclone se afasta do litoral no dia 19 e os valores do NMR voltam gradualmente aos valores próximos à média anual.



Quadro 7. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 07”, de outubro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil



Novembro

O mês de novembro merece atenção especial, pois nele foram registrados episódios de alagamentos no município de Ubatuba entre os dias 15 e 18. Apesar de as causas prováveis dos episódios estarem ligadas a “deficiências de drenagem/conservação” - conforme consta do relatório do projeto SIIGAL – e de altos valores pluviométricos, acreditamos ser interessante a análise do comportamento dos elementos estudados.

Os dias posteriores também serão analisados, pois há a presença de um episódio de aumento dos valores do NMR e posteriormente de um episódio de desvio negativo destes valores, os quais se normalizam no dia 23, tal qual pode ser observado pelo gráfico 07.

Episódio 08

No dia 14 ocorre uma perturbação frontal (frente fria) sobre o Litoral Norte. A precipitação acumulada até aqui é de 29,0mm – referente a chuvas nos dois dias anteriores. Soma-se a este valor 15,0mm precipitados pela atuação da frente, que também provoca diminuição das temperaturas do ar e da TSM e aumento da pressão atmosférica.

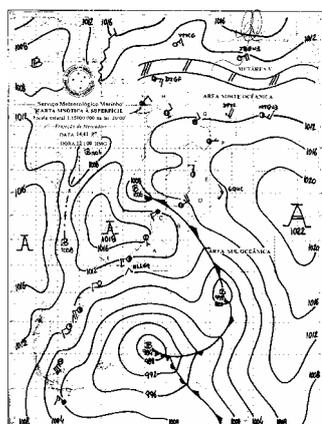
Do dia 15 ao dia 19, o embate entre os sistemas tropical e extratropical é intenso. Com núcleos com pressões equivalentes não há avanços e nem recuos significativos de ambos nos dias de confronto. A frente estacionária que se forma na faixa de encontro entre as duas massas despeja sobre o litoral aproximadamente 197,00mm nestes 05 dias. O valor total de precipitação registrado desde a chegada da frente (dia 14) até o início da atuação do sistema polar velho (dia 20) é de 241,4mm.

Interessante notar que durante a permanência da frente estacionária sobre o litoral e sobre o oceano não houve variações significativas do nível do mar residual. Este fato só irá ocorrer no dia 18, com o aumento da pressão do núcleo do sistema polar sobre o oceano. Outras oscilações são registradas no dia 19, concomitantes a presença e deslocamento de duas outras frentes no sul do continente. A intensificação do sistema polar, alimentada pelos novos sistemas que se aproximam, permitem o avanço da massa de ar no dia, quando podemos identificar a atuação da Pv sobre o Litoral Norte.

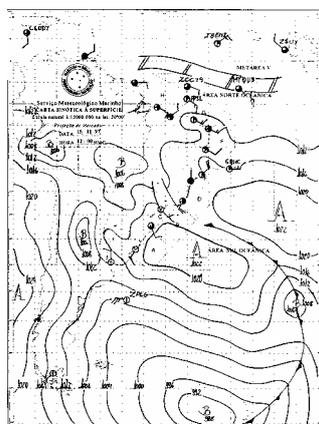
As variações negativas do NMR nos dias 21 e 22, devem-se a presença a atuação do sistema tropical sobre a região, fato que ocasiona também um aumento da TSM de quase 2°C, diminuição da pressão atmosférica e da umidade. No dia 23 os valores alteram-se

positivamente, fruto da atuação de instabilidade tropical e de atividade frontal sobre o oceano.

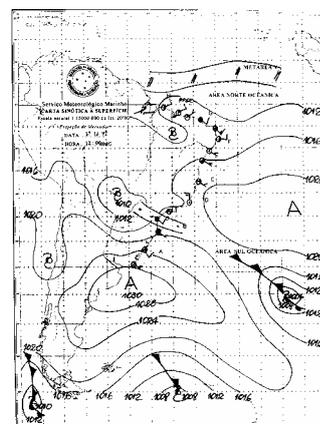
Quanto ao episódio de alagamento ocorrido no município de Ubatuba, pode-se dizer que, apesar de não ter ocorrido episódio considerado excepcional, um fator importante a ser considerado é a ocorrência de maré de sizígia no período da lua nova, conforme se pode observar pelo gráfico de análise rítmica (gráfico 7). Os altos valores pluviométricos, aliados a má conservação dos equipamentos infra-estruturais e a deficiência de drenagem, aliados ao fato supramencionado, oferecem subsídios para a explicação do fato.



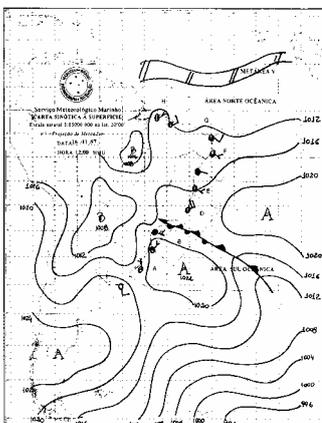
Dia 14/11/1997



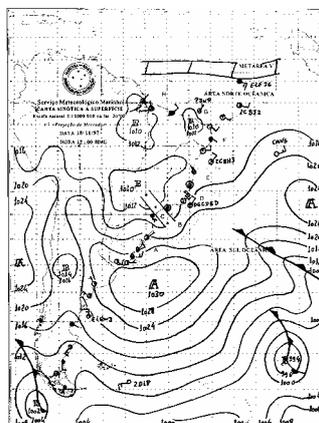
Dia 15/11/1997



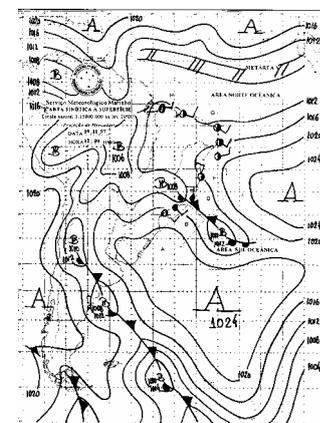
Dia 16/11/1997



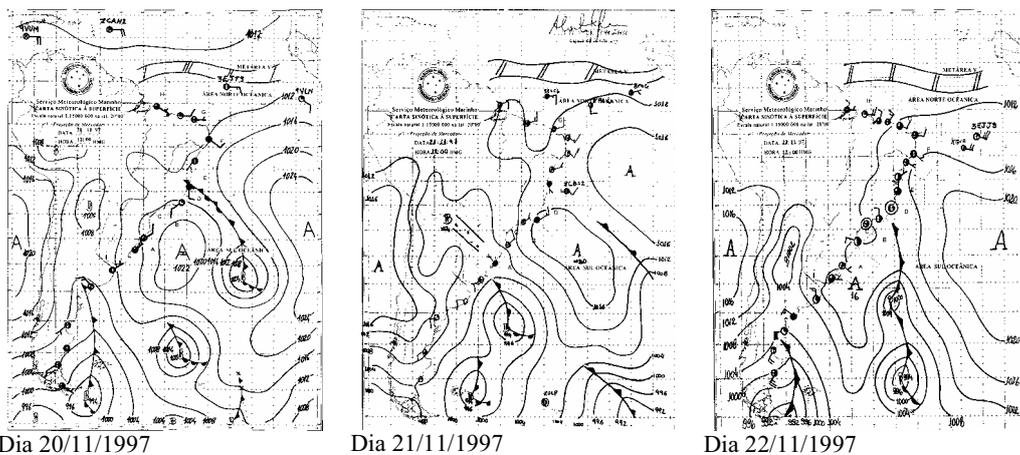
Dia 17/11/1997



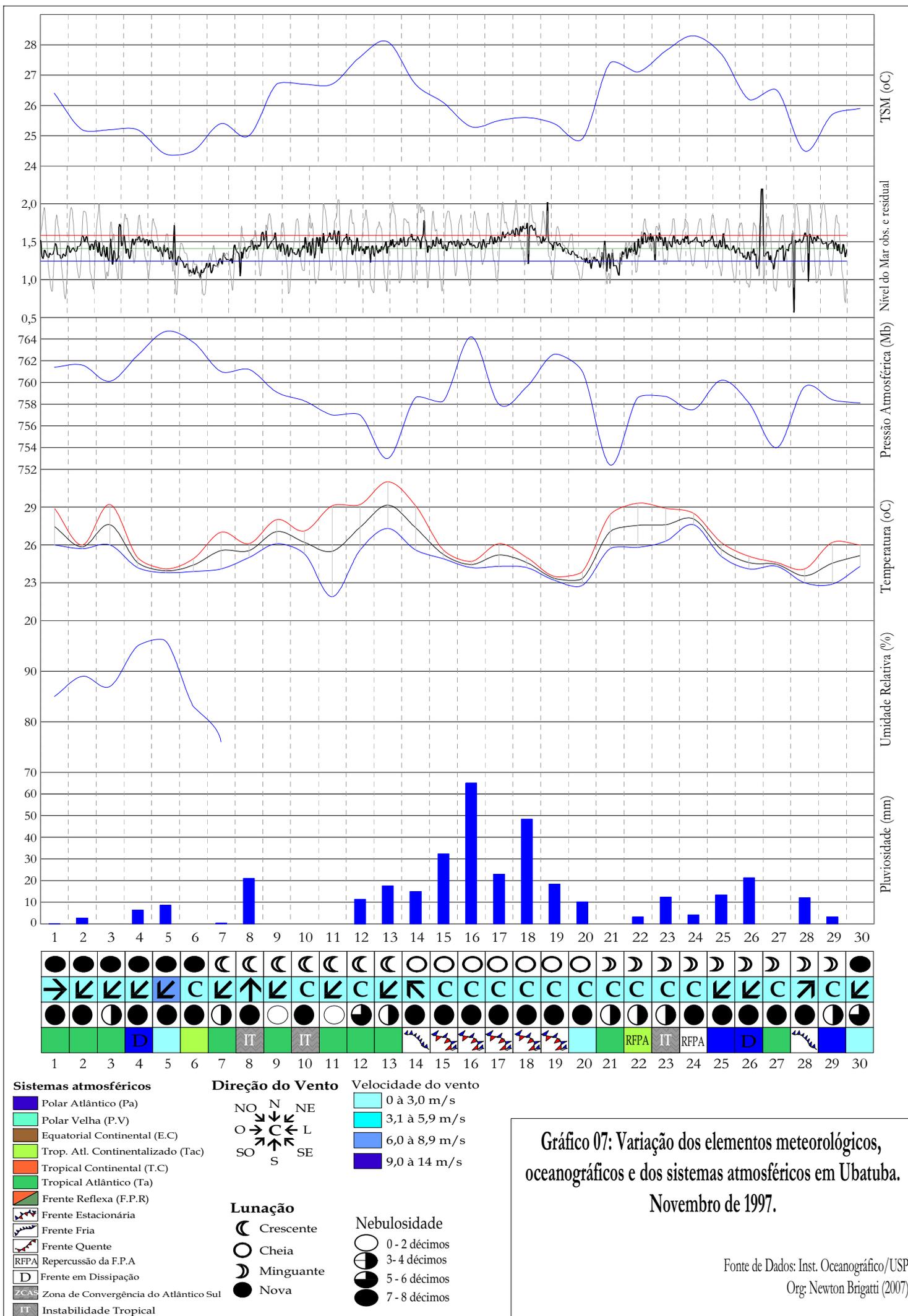
Dia 18/11/1997



Dia 19/11/1997



Quadro 08. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 08”, de novembro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil



Dezembro

O episódio analisado no mês de dezembro compreende os dias 15 a 19, nos quais ocorre uma curva de aumento nos valores do nível do mar residual.

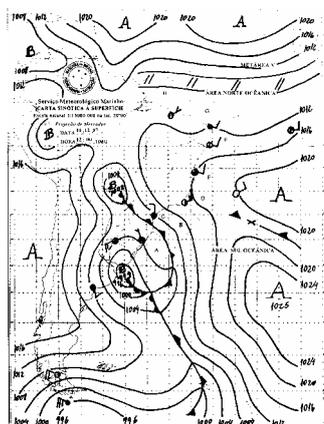
Foi um mês nos quais os dias foram, em grande parte, controlados por sistemas tropicais, mas a participação de instabilidades tropicais e repercussões de outros sistemas perturbados também pode ser sentida, refletida principalmente, na gênese dos eventos de precipitação (Gráfico 08).

Episódio 09

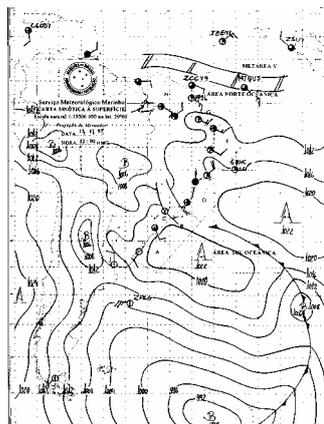
O dia 14 caracteriza-se pela repercussão da frente polar atlântica, modificando um pouco as características dos elementos atmosféricos, principalmente a pressão atmosférica e as temperaturas.

No dia 15, a atuação da uma frente provoca chuvas, aumento da pressão atmosférica e declínio das temperaturas do ar e da TSM. Alguns efeitos desta passagem começam a ser sentidos nos valores do NMR ao final da noite.

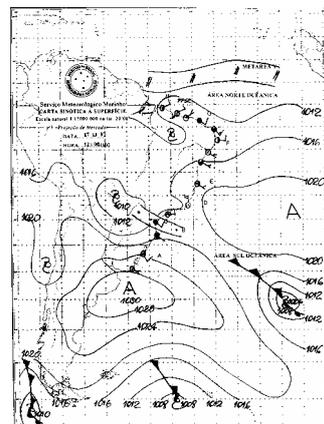
No dia 16 a frente continua sobre a região, fato que se estende até o dia 19. Nesse ínterim, pode-se notar também a atuação da massa polar (com um núcleo variando de 1026 a 1030mb), que vai paulatinamente avançando e levando a frente estacionária para o norte, na altura do litoral do Espírito Santo. No dia 20 já se tem a atuação do sistema polar velho e os níveis de maré residual voltam aos patamares médios.



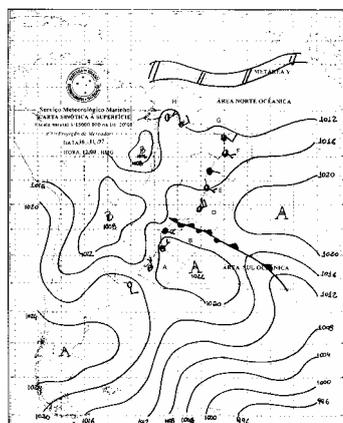
Dia 14/12/1997



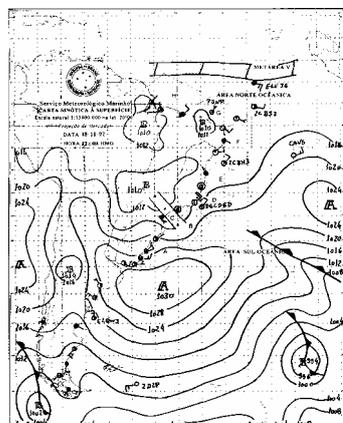
Dia 15/12/1997



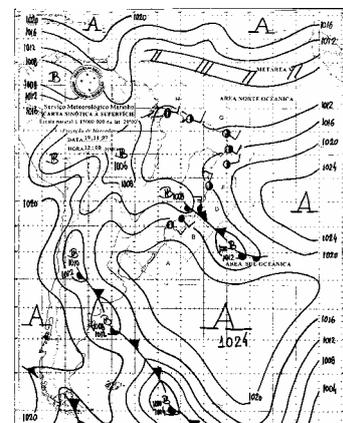
Dia 16/12/1997



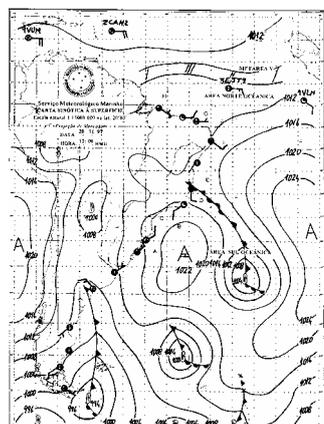
Dia 17/12/1997



Dia 18/12/1997

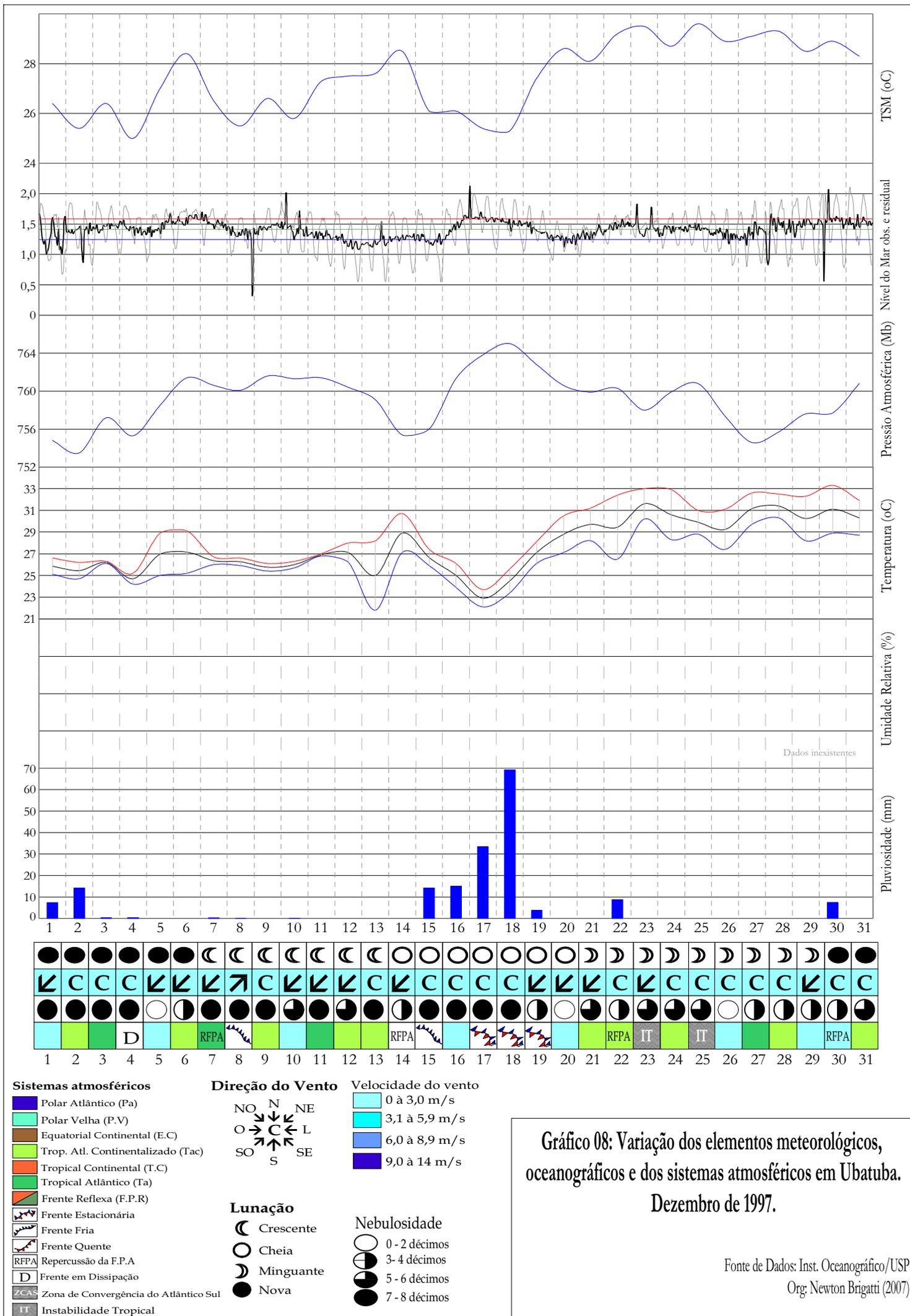


Dia 19/12/1997



Dia 20/12/1997

Quadro 09. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 09”, de dezembro de 1997. Fonte: Marinha do Brasil



7

O mês de maio: estudo de um caso excepcional

No mês de maio de 1997 ocorre o episódio que caracteriza de forma mais clara a importância da variação do nível do mar na geração de episódios de enchentes e inundações. É exatamente este episódio que resume a hipótese e os objetivos desta dissertação.

Compreendendo o período de 20 a 26, a elevação e manutenção no nível do mar acima do desvio padrão negativo anual (gráfico 09), colabora para o entendimento dos episódios ocorridos em São Sebastião, nas áreas de Cambury/ Camburizinho, Sahy/ Baleia, Juquehy e Una.

Episódio 10

Mesmo com o sistema tropical atlântico continentalizado atuando sobre a região, o dia 20 é aquele no qual começa o aumento dos valores do NMR. Apenas pelo comportamento dos elementos atmosféricos sobre a região, não é possível a explicação deste episódio, mas a análise da carta sinótica pode fornecer alguns indícios das causas de tal processo: há a presença de uma frente fria avançando pelo sul do Brasil, bem como a atuação do sistema tropical sobre o oceano (com um núcleo com aproximadamente 1028mb).

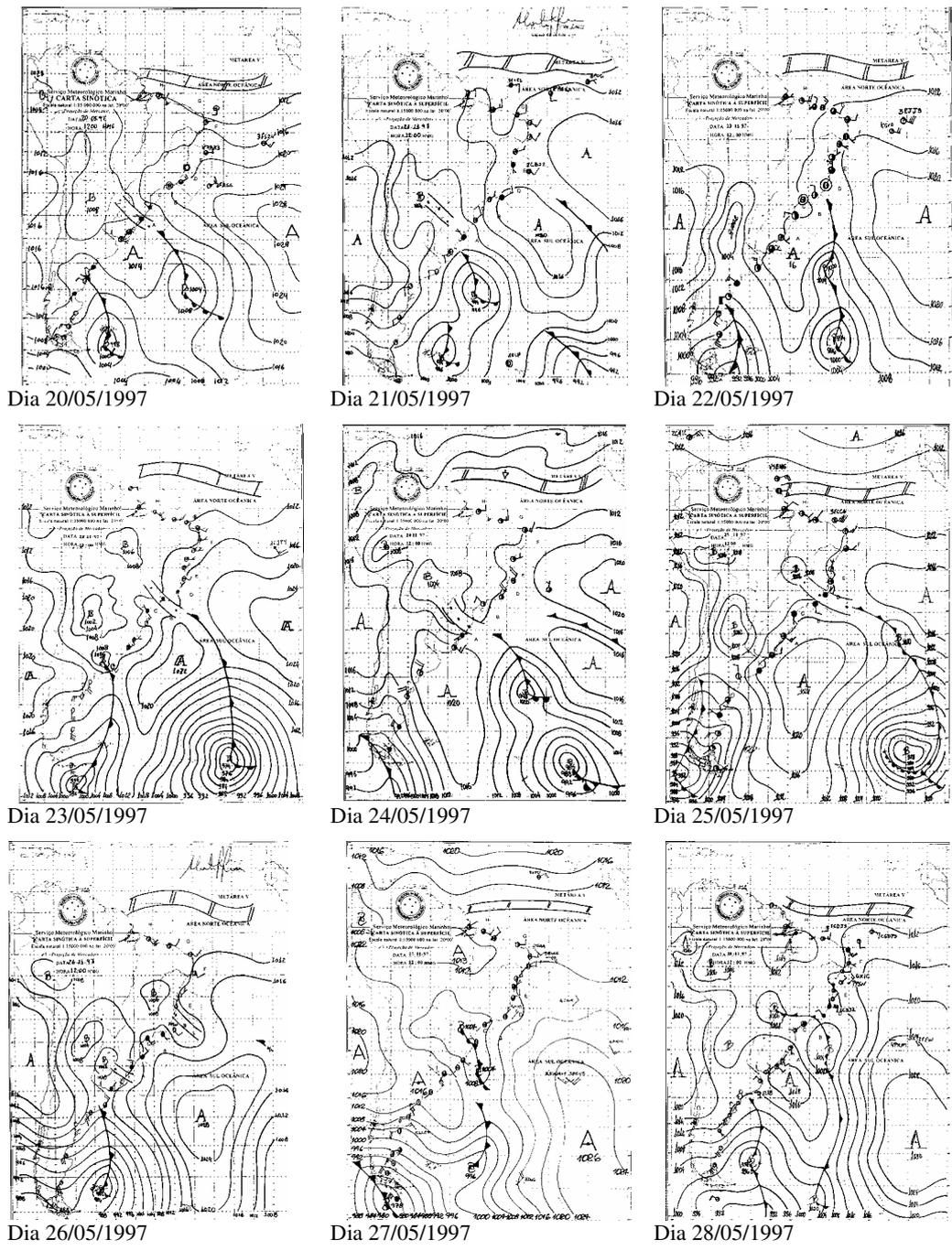
No dia 21 a frente se desvia para o oceano e o sistema Tac continua atuando sobre a área. O núcleo deste sistema apresenta valores de 1028mb e mantém posição muito próxima a do dia anterior. O NMR continua a subir e a TSM se mantém estável. O comportamento dos elementos meteorológicos não sofre qualquer tipo de alteração que possa indicar perturbação atmosférica ligada a fatores outros que não locais.

No dia 22 o predomínio ainda é da Tac e os valores de NMR permanecem estáveis, se bem que próximos aos valores do desvio padrão positivo anual. No dia 23 a presença de uma frente fria sobre a região, provoca chuvas leves, queda das temperaturas e aumento da pressão atmosférica, bem como maiores valores do NMR.

Nos dias 24 e 25 o mesmo sistema perturbado atua sobre a área. Precipitação é registrada (29,5mm), bem como declínio das temperaturas, e oscilação da pressão atmosférica. O céu está completamente encoberto. Os níveis do NMR atingem valores de até 2,2m e o nível do mar observado de 2,25m. É exatamente no dia 25 que ocorrem os episódios

em São Sebastião.

O dia 26 é dominado pelo sistema polar atlântico e os valores de NMR começam a cair gradualmente, mas ainda assim permanecendo com valores próximos a linha do desvio padrão positivo. O mesmo ocorre nos dias 27 (Pv) e 28 (Ta), considerando obviamente o comportamento dos elementos atmosféricos registrados.



Quadro 10. Cartas sinóticas relativas ao “episódio 10”, de maio de 1997. Fonte: Marinha do Brasil

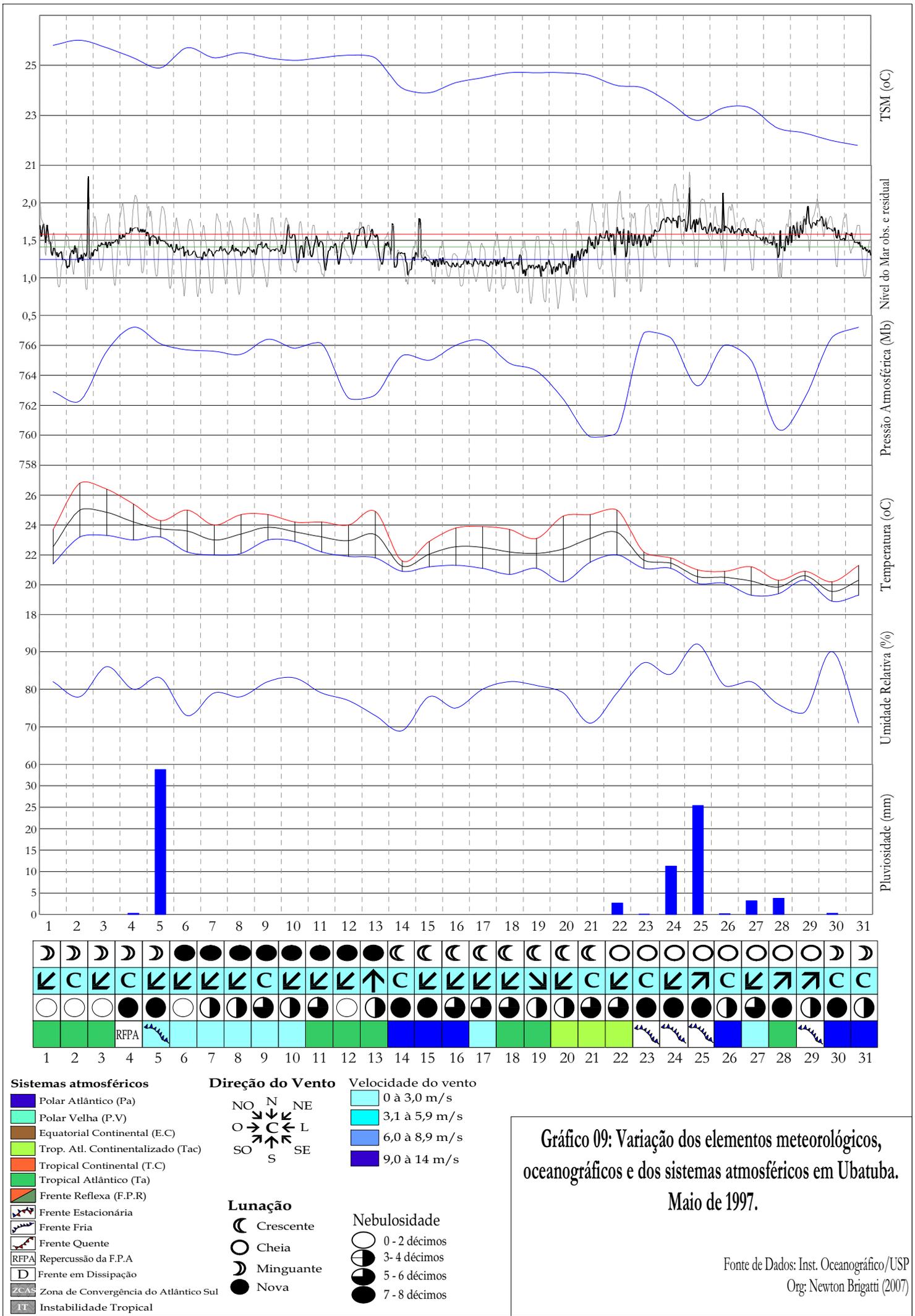


Gráfico 09: Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba. Maio de 1997.

Fonte de Dados: Inst. Oceanográfico/USP
Org: Newton Brigatti (2007)

8

Resultados e considerações finais

Após a análise dos episódios selecionados, os resultados alcançados permitem as seguintes observações:

- Em todas situações em que foram verificados desvios positivos dos valores do nível do mar residual, observou-se a atuação de perturbações frontais e sistemas extratropicais (particularmente, sob o domínio do anticiclone migratório Polar Atlântico);
- A atuação dos sistemas perturbados pode ocorrer tanto de forma direta (passagem frontal) como em situações sinóticas em que há apenas uma repercussão destes sistemas sobre a área costeira, nos casos em que a frente fria age apenas sobre o oceano. No primeiro caso, os elementos atmosféricos coletados na estação de Ubatuba refletem de maneira clara os efeitos das passagens frontais. Quando a atuação é indireta não há indícios marcantes de sua ação sobre o continente, mas através da análise das cartas sinóticas de superfície, é possível observar possíveis causas das oscilações no nível do mar;
- Fica evidente, a partir da análise do segmento temporal em questão, a participação marcante das frentes na gênese das chuvas. Desta forma, a combinação deste fator, juntamente com o aumento do nível do mar residual, oferece situações propícias aos episódios de enchentes e inundações. O melhor exemplo deste tipo de evento no ano de 1997 é descrito no episódio 02;
- A ocorrência de variações positivas do NMR é caracterizada pela aproximação das frentes provenientes do quadrante sul. Este processo continua a ocorrer durante a passagem da frente. Normalmente, a estabilização da curva nos mesmos níveis atingidos quando da passagem frontal permanecem quando da atuação do sistema polar, ou seja, os valores de maré residual também são influenciados pelos sistemas extratropicais, desde que os núcleos destas massas apresentem valores significativos (nos casos estudados, sempre acima de 1026 mb);
- Quando da atuação dos sistemas tropicais, os valores do NMR apresentam variação negativa, principalmente quando há a atuação de anticiclone tropical sobre o oceano e sua penetração se dá a partir do quadrante leste, em direção ao continente.

- Os maiores valores positivos do NMR são precedidos por valores altos de TSM, ou seja, quanto maior a intensidade do sistema tropical atuante no momento da perturbação provocada pelos sistemas extratropicais, maior será a variação do NMR. Este efeito pode ser visualizado de forma clara no gráfico de variação anual dos elementos (Gráfico 10);

As análises realizadas confirmam os resultados de outros pesquisadores, tanto no que diz respeito aos aspectos climáticos da região, quanto a influência das perturbações frontais sobre os elementos oceanográficos.

Do ponto de vista da atuação dos tipos de tempo sobre o Litoral, confirmam-se os índices de participação apresentados por Monteiro (1973) e Sant`Anna Neto (1990). A região está, na maior parte do ano, sob a atuação dos sistemas tropicais, mas sofre a atuação de grande número de passagens frontais e sistemas polares, conforme podemos observar na tabela 04.

Tabela 4. Participação dos sistemas atmosféricos sobre Ubatuba no ano de 1997

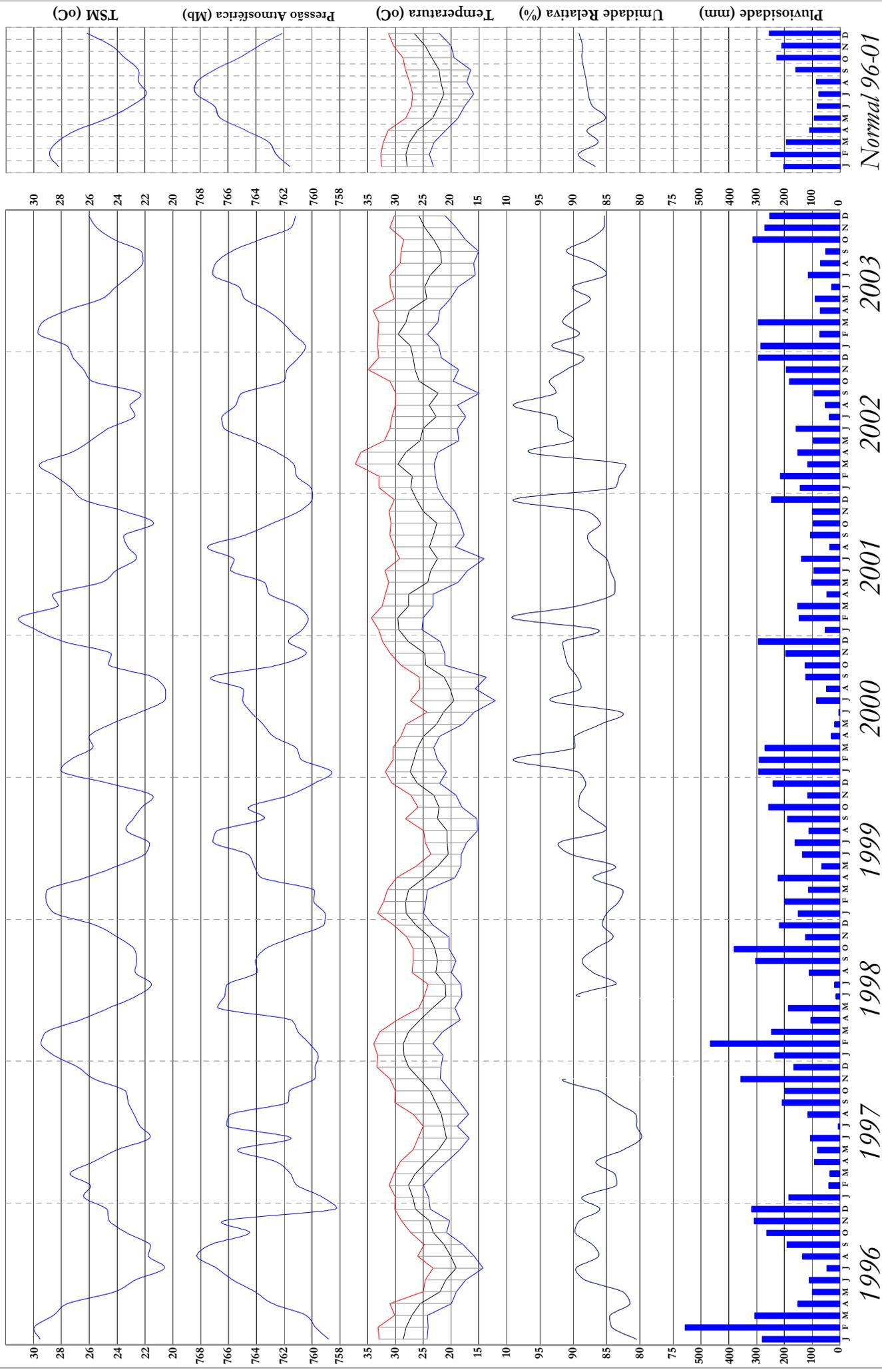
	Sistemas Tropicais	Sistemas extratropicais	Perturbações Frontais
Dias	174	103	81
%	47,7	28,2	22,2

A importância das influências atmosféricas sobre os elementos oceanográficos, tal qual foi ressaltado por Alves (1992) e Souza (1998) também pôde ser observada, principalmente no episódio 10, descrito neste relatório.

O gráfico 10¹, mostra os valores mensais dos elementos meteorológicos. Pode-se perceber claramente pelos valores de precipitação, a maior participação dos sistemas atmosféricos perturbados no período de 1996/1998. Este fato vem ao encontro dos dados previamente levantados sobre as passagens frontais. A importância da análise rítmica no desvendamento dos episódios é fundamental, pois, na análise mensal, as médias mascaram o encadeamento dos tipos de tempo, não permitindo que se conheça o ritmo, mas apenas o regime, como no caso do episódio do mês de Maio de 1997 (gráfico 09). Estas observações só puderam ser verificadas através da análise conjunta do comportamento dos elementos, na escala temporal diária ou até mesmo horária.

¹ No apêndice.

Gráfico 10: Ritmo de variação mensal dos elementos climáticos e da TSM no período de 1996/2003



Fonte dos dados: Instituto Oceanográfico (IO/USP).
Elaboração e organização: Newton BRUGATTI (2007)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. A. **Correntes de maré e inerciais na plataforma continental ao largo de Ubatuba (SP)**. 1992. Dissertação (Mestrado) Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOIN, M. N. **Chuvras e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. Tese (doutorado em geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2000.

BARRIOS, N.A.Z., SANT'ANNA NETO, J.L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. **Boletim climatológico**, Presidente Prudente, v.1, n.1,p.8-9, março 1996.

BRIGATTI, N.; SANT'ANNA NETO, J. L.; HARARI, J.; FRANÇA, C. A. S. & TOMASSELLI, J. T. G. **Quadros sinóticos/oceanográficos geradores de enchentes inundações e ressacas no litoral norte paulista: considerações iniciais**. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo, 05 a 09 de setembro de 2005. (CD-ROM)

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista**. São Paulo, IGEOG/USP, 1975. (Série teses e monografias, 18)

FERREIRA, C. J. (Coord) **Diretrizes para a regeneração sócio-ambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo), Ubatuba, SP**. Projeto de Políticas Públicas (Fase II) – FAPESP, processo nº 03/07182-5. Instituto Geológico, São Paulo, 2004.

FIBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: FIBGE, 2001 (dados preliminares).

HERZ, R. **Distribuição dos padrões espectrais associados à estrutura física dos manguezais de um sistema costeiro subtropical**. 1988. Tese (Livre Docência). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LUCHIARI, M. T. D. P. **O lugar no mundo contemporâneo: turismo e urbanização em Ubatuba-SP**. Tese de Doutorado. Campinas: Unicamp IFCH, 1999.

MONTEIRO, C.A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: Estudo em forma de Atlas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1973.

MONTEIRO, C.A. de F. **Clima e Excepcionalismo**. Florianópolis: Edufsc, 1991.

PUGH, D. T. **Tides, surges and mean sea level**. New York: John Wiley and Sons, 1987.

RODRIGUE, M; MAHIQUES, M. M. de & TESSLER, M. G. Sedimentação atual nas enseadas de Ubatumirim e Picinguaba, região norte de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil. In: **Revista Brasileira de Oceanografia** n. 50, 2002.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990. Dissertação (Mestrado).

_____. Tipologia dos sistemas naturais costeiros do Estado de São Paulo. São Paulo, 1993. In: **Revista de Geografia** nº12, páginas 47-86.

_____. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. In: **Terra Livre: Mudanças Climáticas: Repercussões Globais e Locais**. AGB, 2003. Ano 19, V.1, nº20, pgs. 51-64.

SILVA, A. C. **Regime pluvial no impactos ambientais no Litoral Norte Paulista**. 2003. Relatório de Estágio Não Obrigatório. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SOUZA, C. R. G. Flooding in the São Sebastião region, northern coast of São Paulo state, Brazil. In: **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 1998. nº70 (2). Pgs. 353 a 366.

SOUZA, C. R. G. (Coord). **Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, com aplicação ao Gerenciamento Costeiro (SIIGAL)**. Relatório de Pesquisa, 2001. (Inédito).

SOUZA, C. R. G. e SUGUIO, K. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo state for coastal management. In: **Journal of Coastal Research**, special issue nº 35, pg. 530-547. Proceeding of the Brazilian sandy beaches: Morphodynamics, ecology, uses, hazards and management, 2003.

SOUZA, C. R; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A. M. S. e OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**. Holos, São Paulo, 2005. 382p;: il.

STADEN, H. **Viagem ao Brasil**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1968.

TAVARES, R.; ARMANI, G.; BRIGATTI, N. & ROCHA, B. *Caracterização climática do município de Ubatuba*. In: Relatório parcial do projeto: Diretrizes para a regeneração socioambiental de áreas degradadas por mineração de saibro no município de Ubatuba, São Paulo, FAPESP, novembro de 2005.

_____; SANT'ANNA NETO, J. L. e SANTORO, J. Chuvas e escorregamentos no Litoral Norte Paulista entre 1988 e 2001. In: **Anais do Encontro de Geógrafos Brasileiros**. João Pessoa: AGB-DER, 2002.

TESSLER, M. G. et al. Erosão e progradação no litoral brasileiro: São Paulo. In: Muehe, D. (org). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília, MMA, 2006. Pgs. 297 a 346.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGB/DEN. **Revista Terra Livre: Mudanças Climáticas: Repercussões Globais e Locais**. AGB, 2003. Ano 19, V.1, nº20, 221 pg. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Geografia, tecnociência, sociedade e natureza**. Departamento de Geografia/USP. São Paulo, setembro de 2005.

BARBIÉRE, E.B. Ritmo climático e a extração de Sal em Cão Frio. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro. Vol. 37, nº4. p 23-109. 1975.

BESSAT, F. As mudanças climáticas entre ciência, desafios, e decisões: olhar geográfico. **Revista Terra Livre**. São Paulo. Ano 19 – vol. 1 – nº20 p.11-20. 2003.

BRIGATTI, N. & SANT'ANNA NETO, J. L. **Tipos de tempo, variações do nível do mar e episódios de enchentes e inundações no município de Ubatuba no ano de 1997**. In: VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Rondonópolis, 20 a 25 de agosto de 2006. (CD-ROM)

CALLIARI, L. J; MUEHE, D; HOEFEL, F. G e TOLDO JR, E. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. In: **Revista Brasileira de Oceanografia**, 2003. nº51 pg. 63-78.

CRUZ, O. **A serra do mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição à geomorfologia tropical litorânea.** São Paulo, IGEOG/USP, 1974. (Série teses e monografias, 11).

KING, A. M. C. **Oceanography for geographers.** London: Edward Arnold, 1962.

MACEDO, S. S. **Paisagem, Urbanização e Litoral: do Éden à cidade.** São Paulo, FAU/USP, 1993. (Tese de livre docência).

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil** (contribuição metodológica à análise rítmica de tipos de tempo no Brasil). São Paulo, IGEOG/USP, 1969. (Série teses e monografias nº 1).

_____. **O clima e a organização do espaço de São Paulo: problemas e perspectivas.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976 b. (Série Teses e Monografias, nº 28).

PÉDÉLABORDE, P. **Introduction à l'étude scientifique du climat.** Paris: Centre de Documentation Universitaire, 1959.

SANJAUME, M. S. e VILLANUEVA, R. J. B. **Teoría y métodos en Geografía Física.** Madrid: Síntesis, 1999. 303 pgs.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendências da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica.** 1995. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SERRA, A. Previsão do tempo. In: **Boletim Geográfico**, nº 68, ano VI. Rio de Janeiro: 1948, Conselho Nacional de Geografia. pgs 827-904.

SMA (Secretaria do Meio Ambiente/SP). **Atlas: Informações Básicas para o planejamento ambiental.** Governo do Estado de São Paulo, 2002, 84 pgs.

APÊNDICES

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	VER*	OUT*	INV*	PRI*
1988	2	4	2	7	5	4	2	3	3	4	4	3	43	8	16	8	11
1989	3	5	4	3	3	7	5	5	4	5	5	1	50	12	13	14	11
1990	5	0	3	3	2	4	5	4	4	3	6	6	45	8	9	13	15
1991	5	3	4	5	3	3	4	1	5	4	4	4	45	12	11	10	12
1992	3	4	2	2	3	2	4	5	4	6	4	5	44	9	7	13	15
1993	4	2	3	2	5	3	3	2	4	4	4	5	41	9	10	9	13
1994	3	2	3	4	2	4	3	4	3	4	4	3	39	8	10	10	11
1995	5	4	6	3	5	4	3	4	6	6	2	2	50	15	12	13	10
1996	2	2	3	2	2	4	6	3	5	5	5	5	44	7	8	14	15
1997	5	4	3	4	5	5	3	3	8	7	9	5	61	12	14	14	21
1998	4	5	7	5	3	4	5	8	5	6	3	5	60	16	12	18	14
1999	4	6	2	3	6	3	3	3	5	3	5	6	49	12	12	11	14
2000	7	5	5	3	4	4	5	5	4	5	6	5	58	17	11	14	16
2001	2	3	3	3	3	3	4	0	4	3	5	4	37	8	9	8	12
2002	4	1	1	2	3	4	5	3	5	3	3	6	40	6	9	13	12
2003	1	1	3	4	2	5	5	4	6	4	5	6	46	5	11	15	15
TOTAL	59	51	54	55	56	63	65	57	75	72	74	71	752	164	174	197	217
MEDIA	4	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	4	47	10	11	12	14
MAX	7	6	7	7	6	7	6	8	8	7	9	6	61	17	16	18	21
MIN	1	0	1	2	2	2	2	0	3	3	2	1	37	5	7	8	10

* As estações do ano estão sendo definidas considerando-se o ano civil

Levantamento das passagens frontais (Climanálise): totais mensais

Elaboração: Newton Brigatti (2005)

	TA	TAC	PV	PA	IT	FF	FE	D	RFP	ZCAS
JAN	6	8	1	1	1	2	2	1	2	7
FEV	9	13	2	0	1	1	0	0	2	0
MAR	6	4	8	0	4	4	0	3	2	0
ABR	5	9	6	3	0	5	0	1	1	0
MAI	9	3	8	6	0	4	0	0	1	0
JUN	5	7	9	1	2	2	2	0	2	0
JUL	10	10	7	0	0	1	0	0	3	0
AGO	5	12	7	4	0	2	1	0	0	0
SET	5	10	9	1	1	4	0	0	0	0
OUT	3	9	12	3	1	3	0	0	0	0
NOV	10	2	3	4	3	2	5	0	1	0
DEZ	4	10	8	0	2	2	3	1	1	0
TOTAL	77	97	80	23	15	32	13	6	15	7
% total	21,1	26,6	21,9	6,3	4,1	8,8	3,6	1,6	4,1	1,9
Verão	21	25	11	1	6	7	2	4	6	7
Outono	19	19	23	10	2	11	2	1	4	0
Inverno	20	32	23	5	1	7	1	0	3	0
Primavera	17	21	23	7	6	7	8	1	2	0
% verão	23,3	27,8	12,2	1,1	6,7	7,8	2,2	4,4	6,7	7,8
% outono	20,9	20,9	25,3	11,0	2,2	12,1	2,2	1,1	4,4	0,0
% inverno	21,7	34,8	25,0	5,4	1,1	7,6	1,1	0,0	3,3	0,0
% primavera	18,5	22,8	25,0	7,6	6,5	7,6	8,7	1,1	2,2	0,0

Síntese da atuação dos sistemas atmosféricos no ano de 1997.

Elaboração: Newton Brigatti (2005)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1998	7,16	16,9,11	1,7,38	3,5,11,7,24,28	5,9,21,34,30	5,10,14,24	6,24	10,17,21	2,6,29	5,17,21,27	2,14,23,28	15,21,30
1999	5,12,23	2,4,11,25,27,28	8,13,28,27	3,12,19	2,5,16	4,5,9,17,21,25,29	3,6,5,27,29,31	6,10,23,26,28	2,7,16,25	4,9,12,16,27	14,11,25,28	9
1999	10,15,21	17	17,25	10,18,19	12,18	4,7,21,25	1,17,20,24,28	10,17,20,28	2,9,13,24	11,16	2,6,10,17,23,28	6,12,15,21,26,29
1999	5,11,23,27,31	1,14,23	4,15,21,26	2,5,9,19,23	5,15,21	7,21,23,29	4,11,14,23	3	1,16,18,23,29	3,7,16,26	9,15,27,30	11,17,21,27
1999	5,16,23	1,20,26,29	17,25	8,13,14	10,19,21	11	2,16,20,22	2,11,19,23,29	2,4,16,26	4,7,14,18,21,26	4,17,21,26	2,8,12,21,25
1999	3,10,18,30	9,22	3,3,19	3,22	6,11,16,27,31	6,11,30	5,14,24	11,18	3,9,21,27	5,21,24,26	2,7,18,27	2,9,17,28,29
1999	3,10,14,28	11,16,26	2,22,27	7,10,13,22	23,28	3,3,23	3,16,18,23	3,15,27	5,16,18,22	4,11,14,26	2,16,18,30	2,10,19,30
1999	1,1,13,18,19,27	11,16,18,19	5,16,11,18,20,25,31	2,12,21	1,11,16,18,28	3,18,28,29	4,8,21	4,8,11,20	1,12,15,21,25,29	2,10,16,21,28	19,29	5,11
1999	1,6	12,15,18	3,11,24,27	7,25	11,19	2,5,15,25	1,6,8,14,18,25	11,15,28	1,11,15,17,23	3,10,14,21,23	2,4,11,18,28	7,11,10,21,26,31
1999	11,15,17	16,19,21,24	1,15,16	1,10,19,24	1,5,23,26,29	7,12,15,21,24	4,11,21	5,3,25	4,5,11,16,18,22,25,30	2,7,11,16,21,26,30	13,14,17,18,22,24,29	4,11,16,25
1999	3,7,16,25	3,5,11,17,20,24	2,4,11,13,21,25,29	1,11,14,24,29	5,16,27	11,18,24	3,11,19,21,29	2,3,10,14,16,17,21,28,30	5,5,11,19,29	5,6,11,17,24,27	3,18,26	6,12,16,23,24
1999	2,7,14,27	2,5,10,16,25,29	12,25	8,14,27	1,7,19,25,27,30	2,3,9	3,20,30	3,7,14	10,12,16,22,29	2,6,17	5,13,21,26	1,7,11,13,21,29
2000	15,14,16,18,19,26	5,11,12,13,17,24	7,15,23,27,30	2,14,19	6,17,21,27	3,10,21,27	1,12,20,24,26	3,11,16,19,21	2,16,21,25	3,5,19,25,28	3,10,14,21,26,28	5,11,16,23,31
2001	2,7,28	4,6,13,17	19,21,26	1,7,11	4,11,23	19,20,26	5,11,21,27	17	4,11,14,26	2,22,30	12,15,23,29,30	6,11,16,23,31
2002	15,10,21,30	11	21	3,13	3,8,21	14,21,22,24	7,12,17,21,27	1,10,22	4,6,11,14,21	12,25,30	4,11,22	2,8,14,16,21,25,31
2003	6	18	13,17,22	2,14	1,24	5,11,12,14,22	1,10,17,21,30	7,15,25,27	11,14,17,24,25,29	7,16,20,22	3,11,14,19,24	2,11,13,18,23

Levantamento das passagens frontais (Climanálise): dias de ocorrência

Elaboração: Newton Brigatti (2005)

Algumas fotos da defesa¹



¹ Agradecimentos à fotógrafa Solange Estanislau dos Santos.