

**DINÂMICA CLIMÁTICA E VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NA GERAÇÃO DE ENCHENTES, INUNDAÇÕES E RESSACAS NO LITORAL NORTE PAULISTA**

Newton **BRIGATTI**<sup>1</sup>  
João Lima **SANT’ANNA NETO**<sup>2</sup>

**RESUMO:** O trabalho tem 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, inundações e ressacas) no Litoral Norte do Estado de São Paulo, no período de 1988 a 2003. Foram utilizados dados meteorológicos (velocidade e direção dos ventos, precipitação, pressão atmosférica, temperaturas médias, máximas e mínimas e nebulosidade) e oceanográficos (nível do mar e temperatura da superfície do mar), obtidos na Base de Ubatuba do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, bem como registros de episódios adversos notificados à Defesa Civil, além de notícias sobre eventos extremos veiculadas em jornais de circulação local e regional. Os dados foram tabulados e tratados estatisticamente. Foi selecionado o mês de março de 2000, para testar a metodologia proposta, ou seja, a análise rítmica (Monteiro, 1971), necessária ao entendimento dos tipos de tempo atuantes, e nas variações dos valores relacionados ao sistema oceano (nível do mar observado, maré astronômica, maré meteorológica, maré observada e temperatura da superfície do mar). Pode ser observado, através desta análise, que as maiores oscilações positivas dos valores de nível do mar residual (nível do mar observado menos maré astronômica) ocorrem sob a influência das perturbações frontais (frentes frias). Importante também ressaltar que essas oscilações, geralmente provocadas pelo avanço dos sistemas atmosféricos extratropicais, ocorrem em qualquer fase da luação. Contudo, há defasagens significativas entre os eventos meteorológicos e as respostas oceânicas, como por exemplo nos episódios de níveis do mar residuais mais elevados, influenciados pela ação de anticiclones polares. Mas, o efeito atmosférico no oceano é nítido, tanto na análise gráfica quanto no cálculo da correlação entre as temperaturas do ar mínimas e as temperaturas da superfície do mar, apresentando valores de aproximadamente 80%.

**Palavras-chave:** dinâmica atmosférica, marés, inundações, litoral norte, zona costeira, Ubatuba

**RESUMEN:** Este artículo tiene el objetivo de correlacionar los factores atmosféricos (principalmente los episodios de frentes fríos) y las variaciones del nivel del mar en la generación de episodios extremados (inundaciones) en el litoral norte del estado de São Paulo, en el periodo de 1988 a 2003. Fueron utilizados datos meteorológicos (velocidad y dirección del viento, precipitación, presión atmosférica, temperaturas medias, máximas y mínimas y nebulosidade) y oceanográficos (nivel del mar y temperatura de la superficie del mar), obtenidos en la base de Ubatuba del Instituto oceanográfico de la Universidad de São Paulo, incluso los registros de los episodios adversos notificados por la Defensa Civil, además de las noticias sobre eventos extremos noticiados por los periódicos de circulación local y regional. Los datos fueron calculados y tratados estadísticamente. Fue seleccionado el mes de marzo de 2000 para testar la metodología propuesta, o sea, el análisis rítmico (Monteiro, 1971), necesaria para el entendimiento de los tipos de tiempo actuantes y en las variaciones de los valores relacionados al sistema oceano (nivel del mar observado, mare astronómica, mare observada y temperatura de la superficie del mar). fué observado, a través deste análisis, que las mas grandes oscilaciones positivas de los valores del nivel del mar residual (nivel del mar menos mare astronómica) ocurren bajo la influencia de las perturbaciones frontales (frentes fríos). Importante observar que estas oscilaciones, en general, son provocadas por el avance de los sistemas atmosféricos extra-tropicales pueden ocurrir en cualquier fase de lunación. Sin embargo, hay descompaso significativo entre los eventos meteorológicos y las respuestas oceánicas, como por ejemplo, los episodios de niveles del mar residuales mas elevados, influenciados por la acción de los anticiclones polares. Pero el efecto atmosférico en el oceano es nitido, tanto en el analisis grafico, cuanto en el calculo de correlaciones entre las temperaturas minimas del aire y las de la superficie del mar presentando valores de aproximadamente 80%.

**Palabras Clave:** dinámica atmosférica, mares, inundaciones, litoral norte, zona costera, Ubatuba

<sup>1</sup> Mestre em Geografia pela UNESP/PP. Laboratório de Climatologia. [brigatti\\_n@yahoo.com.br](mailto:brigatti_n@yahoo.com.br). Bolsista Capes.

<sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Geografia da FCT/UNESP. Laboratório de Climatologia. [joalima@fct.unesp.br](mailto:joalima@fct.unesp.br).

## INTRODUÇÃO

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

Em diversas regiões do globo são detectados 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 sócioeconômicos e ambientais.

Nesse contexto, a zona costeira constitui-se como um dos mais complexos e frágeis sistemas no tocante 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).

Sendo assim, a necessidade de estudos que possam subsidiar as atividades voltadas ao conhecimento, planejamento e manejo dos recursos naturais nestas regiões torna-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).

O Litoral Norte do Estado de São Paulo, pelas suas próprias características naturais e pela recente dinâmica econômica, apresenta-se como uma área onde o desenvolvimento de estudos que visem a melhor compreensão dos fatores naturais e antrópicos torna-se extremamente importante. Compreendendo os municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela e São Sebastião (Figura 1), sua área distribui-se em sentido NE-SW comprimida entre a Serra do Mar e o oceano Atlântico. Tendo como limites a Serra de Juqueriquerê e a Ilha de São Sebastião, na longitude aproximada do meridiano 46° e a Serra de Parati no limite entre os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, na latitude do meridiano 44° 30'. É cruzada na latitude do município de Ubatuba pelo Trópico de Capricórnio, portanto situando-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.

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 a barlavento da atuação dos sistemas atmosféricos (responsáveis por elevados totais pluviométricos), o Litoral Norte 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 225.000 habitantes (FIBGE, 2001) e ocupando uma área de 1950 km<sup>2</sup>, a região tem sofrido fortes pressões antrópicas. Principalmente, a partir da década de 1980, e facilitada pela conclusão da rodovia BR-101, verifica-se um enorme incremento populacional, cristalizado num rápido processo de urbanização e modificação da paisagem natural.

“A explosão imobiliária das últimas décadas indica vetores de expansão urbana na região metropolitana da Baixada Santista e no Litoral Norte, e aponta uma crescente demanda de

utilização de recursos hídricos e minerais para a construção civil. Portanto, a Zona Costeira paulista convive hoje com dois grandes paradoxos: a preservação e a conservação do meio ambiente e as fortes pressões socioeconômicas para a utilização de seus recursos ambientais (SOUZA, 2001)”

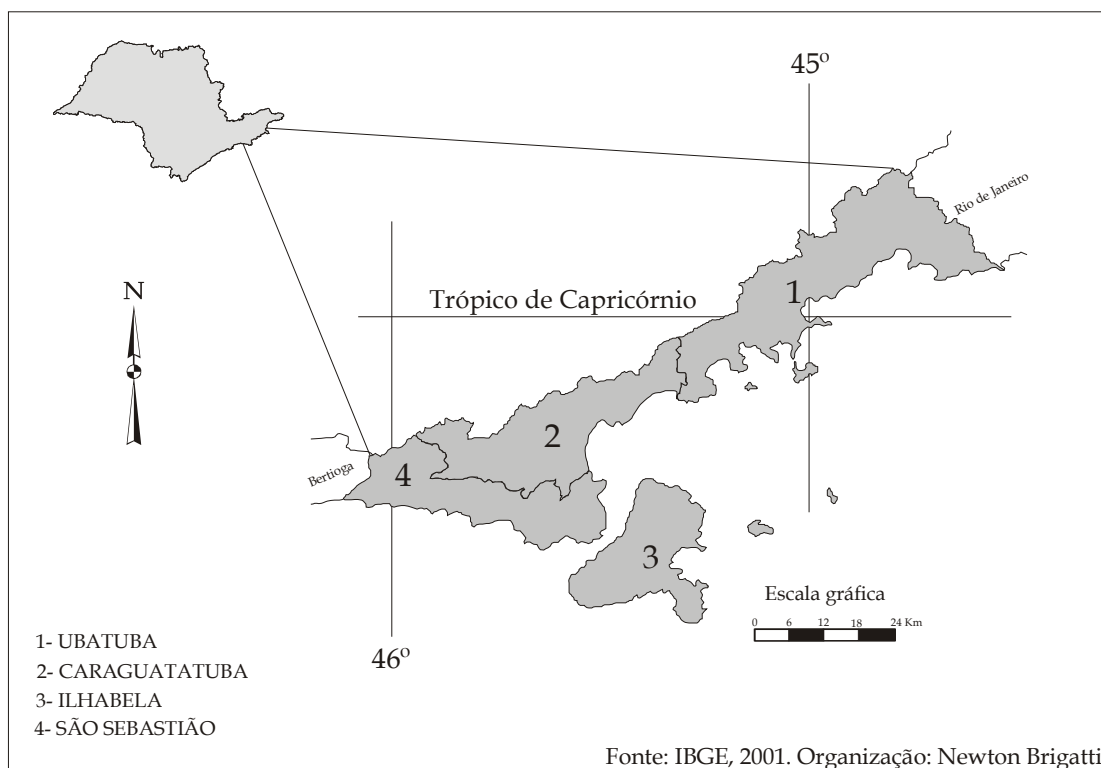


Figura 1. Localização do Litoral Norte no contexto do Estado de São Paulo

Há a presença marcante em todos os municípios de casas de veraneio, fato que proporciona um considerável acréscimo populacional no período do verão, sendo esta, exatamente, a estação em que ocorrem eventos pluviiais extremos e, conseqüentemente, os maiores episódios de adversidades 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 pela população local em áreas de risco, 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). Há também a presença de “ilhas de sombra de chuvas” proporcionadas principalmente pelo maciço da Ilha de São Sebastião, que atuam ao norte do canal homônimo e sobre a região da Enseada de Caraguatatuba. Nestas áreas os totais pluviométricos são mais baixos (situando-se em torno de 1800mm). 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 pluviiais 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 região uma enorme fragilidade, agravada pela ocupação irracional e a construção de inúmeras 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. 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 (Bruun rule<sup>3</sup>), constatada pela consulta a cartas náuticas de 1938 e 1994 (SOUZA e SUGUIO, 2003).

No que tange à ocorrência de enchentes e inundações, o litoral norte paulista 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 acarreta à região uma enorme fragilidade. No caso específico dos episódios relacionados a enchentes e inundações muitos aspectos devem ser considerados, quais sejam:

- ❖ Os fatores meteorológicos (principalmente os relacionados às passagens de frentes frias pela região e às variações 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);
- ❖ O uso do solo e as influências antrópicas (modificam a vazão e a superfície de absorção ao longo da costa);

Através dos dados obtidos junto à Base “Clarimundo de Jesus” do Instituto Oceanográfico da USP, e após tratamento e análise dos dados coletados, através da técnica da análise rítmica dos tipos de tempo proposta por Monteiro (1991), esperamos contribuir para um melhor entendimento das complexas relações existentes na interação oceano-atmosfera-continente, principalmente no que se refere à análise geográfica.

Apesar da análise restringir-se a um ponto da costa (município de Ubatuba), acreditamos ser possível a generalização dos resultados a todo o Litoral Norte de São Paulo e até mesmo a outras partes da costa brasileira, tal qual ressalta SOUZA (1998) em pesquisa sobre as inundações na região de São Sebastião.

## MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram utilizados dados meteorológicos (velocidade e direção dos ventos, precipitação, pressão atmosférica, temperaturas médias, máximas e mínimas e nebulosidade) e oceanográficos

---

<sup>3</sup> Os efeitos em longo prazo do aumento do nível do mar incluem erosão costeira e deposição dos sedimentos além da linha de costa.

(nível do mar e temperatura da superfície do mar), obtidos na Base de Ubatuba do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, bem como registros de episódios adversos notificados à Defesa Civil, além de notícias sobre eventos extremos veiculadas em jornais de circulação local e regional. Os dados foram tabulados e tratados estatisticamente (com o cálculo das médias, coeficientes de variação, desvios padrão, máximos e mínimos) no programa Excel for Windows. A organização do gráfico de análise rítmica foi realizada no programa Surfer 8.0 for Windows.

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 grandes 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 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.

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.

## OBJETIVOS

No que tange aos objetivos desta pesquisa e sabendo da complexidade da faixa de interação oceano-continente-atmosfera, acreditamos ser conveniente confrontar os dados meteorológicos com alguns parâmetros oceanográficos na identificação da dinâmica responsável pela geração de episódios relacionados a enchentes e inundações, portanto, atuantes nas atividades humanas desenvolvidas no litoral.

Nesse ínterim, a identificação de episódios de interesse, através dos episódios de passagens frontais e de notícias veiculadas pela imprensa local/regional ou dos casos notificados pela defesa civil, configuram-se como importantes instrumentos, pois, ao mesmo tempo em que traduzem situações possivelmente excepcionais do ponto de vista da dinâmica natural, consideram sua repercussão no meio social.

### **Critérios definidores da escolha**

Na tentativa de adequação da metodologia aos objetivos propostos em nossa pesquisa, foram realizados vários testes os quais ainda encontram-se em discussão, mas já podem ser apresentados como modelo daquilo que posteriormente iremos desenvolver.

A representação gráfica da análise rítmica, a nosso ver, deve deixar clara a atuação dos vários elementos considerados, bem como deve proporcionar a devida visão de conjunto, necessária ao entendimento, tanto dos tipos de tempo, quanto do comportamento dos valores relacionados ao sistema oceano (nível do mar observado, maré astronômica, maré meteorológica, maré observada e temperatura da superfície do mar).

Sendo assim, apesar de ainda não termos realizado todo o tratamento estatístico definidor do comportamento habitual dos elementos relacionados (cálculo das médias, desvio padrão, coeficiente de variação, máximos e mínimos valores, etc.), em virtude mesmo das falhas em algumas séries de dados, já podemos, a partir do gráfico elaborado, identificar algumas situações as quais representam alterações potencialmente geradoras dos episódios extremos por nós propostos (enchentes e inundações).

Nesse contexto, o período escolhido para a análise inicial refere-se ao mês de março de 2000, pois, além de contar com todos os dados necessários, foram nele identificadas tanto notificações às defesas civis municipais, quanto repercussão em jornal de circulação nacional, como veremos adiante.

### **Tipos de tempo identificados<sup>4</sup>**

A partir do gráfico de análise rítmica elaborado (figura 1), podemos identificar o comportamento dos elementos selecionados, bem como os tipos de tempo atuantes no período em questão.

Em virtude não termos tido acesso às cartas sinóticas correspondentes ao período compreendido entre os dias 1 e 6 deste mês não foi possível a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes.

No dia 7 a entrada de uma frente fria provoca aumento da umidade relativa, queda de temperatura e chuva (15mm). O valor da temperatura máxima observada (38,7 °C), pode ser associada ao aquecimento pré-frontal. Pode-se observar também o primeiro episódio de oscilação positiva da curva de nível do mar residual, juntamente com um pico máximo do nível do mar de 2,07 m.

Após a passagem da frente, no dia 08 a área está sob influência do anticiclone polar atlântico (Pa), apresentando baixas temperaturas e pressão em ascensão. A umidade relativa mantém-se em torno dos 85% e o total pluviométrico é de 51 mm, portanto o acumulado em 48 horas já é de 66mm (chuva associada às perturbações provocadas pela passagem frontal do dia anterior)

Nos dias 09 e 10, o sistema polar continua a atuar sobre a região, mas o anticiclone começa a se afastar da costa brasileira e perde intensidade. Este processo resulta na formação de uma linha de instabilidade no dia 11, juntamente com novo aumento da umidade do ar e declínio da pressão atmosférica.

A formação de uma nova frente sobre o oceano na altura do litoral do Espírito Santo repercute em Ubatuba no dia 12 provocando chuvas leves e declínio da temperatura mínima. Neste mesmo dia, já se pode observar a queda da pressão, fato que continuará no dia 13, com a perda da intensidade do anticiclone polar que começa a se tropicalizar. O aumento da temperatura e os aspectos relacionados anteriormente caracterizam, portanto, a atuação do sistema polar velho (Pv),

---

<sup>4</sup> Os tipos de tempo seguem a classificação proposta por Monteiro (1969).

que também atuará no dia 14. O contínuo enfraquecimento deste sistema favorece a formação de uma linha de instabilidade (IT).

Aos dias 15 e 16 a predominância dos ventos do quadrante leste já indicam a atuação do sistema tropical atlântico (Ta). Há um aumento da nebulosidade provavelmente relacionado à umidade proveniente do oceano (valores de umidade relativa em torno de 95%), bem como acréscimo nos valores de temperatura. Cabe dizer, que a precipitação registrada no dia 15, também pode estar relacionada a atuação da linha de instabilidade que começou a se formar no dia 14. A atuação do sistema tropical (Ta) permanece no dia 17.

Ventos de noroeste e declínio da pressão (1006 mb) indicam que o sistema tropical continental começou a atuar sobre a região, estimulado por células de baixa pressão localizadas sobre o estado de São Paulo entre os dias 17 e 18. Neste último dia, a penetração de uma frente fria (caracterizada em nossa análise como frente reflexa, pois através da análise da carta sinótica correspondente pode-se observar outras duas frentes atuando) eleva a pressão e provoca precipitação (repercussão no dia 19).

Os dias 20 e 21 caracterizam-se pela atuação do sistema polar velho, pois, apesar de apresentarem elevação da pressão atmosférica (principalmente quando comparados aos valores anteriores relacionados ao sistema Tc), refletem um aumento de temperatura e início de mudança na direção dos ventos, precedendo a atuação dos sistemas tropicais, como veremos adiante.

Consecutivamente temos três dias sob a atuação dos sistemas tropicais (Ta) a partir do dia 22. A direção predominante dos ventos provêm do quadrante leste e o céu apresenta-se parcialmente nublado. As temperaturas em elevação, as pressões em declínio e a estabilidade da umidade relativa alta indicam claramente este tipo de sistema.

No dia 24 a queda brusca na pressão bem como o aumento de temperatura (aquecimento pré-frontal) indicam a chegada de uma frente fria à região, ou melhor, sua repercussão, pois no dia 25 esta frente que seguia pelo litoral se desloca em direção ao oceano. Decorrente da intensificação do sistema Ta, no dia 26 a frente continua em direção leste, se afastando ainda mais da costa, e há a formação de uma linha de instabilidade sobre o Litoral Norte, ocorrendo precipitação e nova queda de pressão, já com a preponderância de ventos do quadrante sudeste e novo aumento das temperaturas. O dia 27 se caracteriza pela atuação firme desse sistema, com diminuição da nebulosidade, ascensão das temperaturas e diminuição da pressão atmosférica.

Nos dias 28 e 29 a passagem de uma frente fria eleva a pressão e a umidade, provoca a diminuição das temperaturas mínimas e deixa o céu totalmente nublado. Esta frente começa a se dissipar no dia 30, juntamente com a atuação do sistema polar atlântico e a formação de uma linha de instabilidade que causam chuvas fortes, com total pluviométrico de 109,00 mm. Com a permanência da linha de instabilidade sobre a região, as chuvas, apesar de diminuírem no dia 31, continuam, e despejam um total de 30 mm. O valor acumulado de precipitação em 48 horas é de aproximadamente 140 mm e, exatamente nesse período, verifica-se o episódio de escorregamento notificado à defesa civil e a inundação noticiada pelo jornal “O Estado de São Paulo”.

### **Quanto à notificação dos episódios e a notícia veiculada**

Nos dias 30 e 31, conforme vimos, houve tanto a notícia veiculada pelo jornal quanto a notificação junto a Defesa Civil, em razão das fortes chuvas que ocorreram no Litoral, mais especificamente nos municípios de Ubatuba e Caraguatatuba.

No caso do registro do dia 31, as fontes de dados são os escritórios da Defesa Civil dos municípios atingidos e relacionam-se a eventos de inundação e alagamento que tiveram início no dia anterior e só foram “normalizados” no último dia do mês. Referem-se ao transbordamento dos rios Fazenda e Puruba, nas praias homônimas de Ubatuba e a um episódio de alagamento provocado pelo aumento do nível do rio Juqueriquerê, em Caraguatatuba.

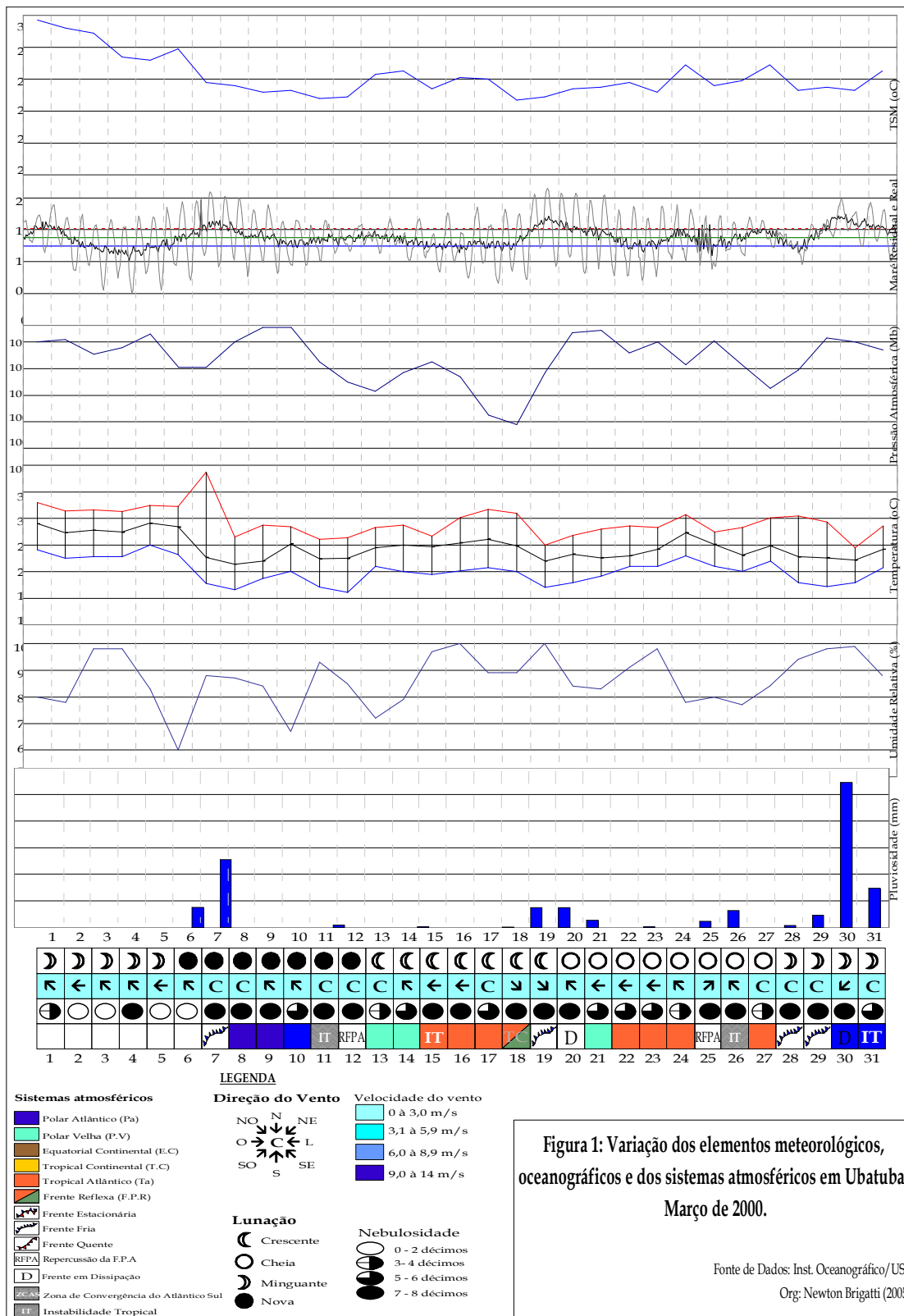


Figura 1: Variação dos elementos meteorológicos, oceanográficos e dos sistemas atmosféricos em Ubatuba. Março de 2000.

Fonte de Dados: Inst. Oceanográfico/USP  
Org: Newton Brigatti (2005)



Quanto à notícia de jornal, foi publicada pelo “Estado de São Paulo”, no caderno Cidades, página C7<sup>5</sup>. Era nossa intenção reproduzir aqui o conteúdo desta matéria, bem como exibir fotografia da mesma, até mesmo com o objetivo de tecer considerações sobre a forma de exposição do fato, mas, infelizmente, isso não foi possível, pelo menos até o presente momento.

## RESULTADOS

Mesmo tendo consciência de que a análise que realizamos representa apenas o esforço de uma primeira aproximação, podemos observar alguns fatos interessantes, os quais, inclusive, servirão de base na continuidade da pesquisa.

Fica evidente através da análise do gráfico 1 que as maiores oscilações positivas dos valores de nível do mar residual ocorrem sob a influência das perturbações frontais (frentes frias), logo, os níveis do mar destes dias são aqueles com maiores valores. Importante também ressaltar que essas oscilações provocadas pelo avanço dos sistemas atmosféricos extratropicais, ocorrem em qualquer fase da luação.

Contudo, como há diferenças nos horários das observações meteorológicas e dos dados de marés e, em geral, logo após a passagem de um sistema perturbado, como a frente fria, o anticiclone polar avança pela região, pode-se também interpretar, que os episódios de níveis do mar mais elevados, poderiam também estar sendo influenciados pela ação do anticiclone polar.

No mês de maio de 2000, não ocorreu sequer um dia com velocidade do vento superior a 3 metros por segundo, fato que não nos permitiu identificar a influência deste elemento no “empilhamento” das águas costeiras, principalmente em escala local/regional.

O efeito da maritimidade fica claro, tanto na análise do gráfico, quanto no cálculo da correlação entre as temperaturas mínimas e as temperaturas da superfície do mar (TSM), apresentando valores de aproximadamente 80%.

Os episódios de enchentes e inundações ocorreram quando da atuação de frente fria, seguida por uma frente em dissipação e linha de instabilidade. Os altos valores pluviométricos registrados (140mm em 48 h) e, concomitantemente, altos valores de nível do mar observados já nos dão indícios da importância deste tipo de quadro na geração destes episódios.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- CONTI, J. B. Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste paulista. São Paulo, IGEOG/USP, 1975. (Série teses e monografias, 18)
- FIBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro: FIBGE, 2001 (dados preliminares).
- HARARI, J. Desenvolvimento de um modelo numérico hidrodinâmico tridimensional linear, para a simulação e a previsão da circulação na plataforma brasileira, entre 23° e 26° S. In: Boletim do Instituto Oceanográfico. São Paulo, 33 (2): 159-191. 1987
- 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.
- MESQUITA, A. R. Marés, circulação e nível do mar na costa sudeste do Brasil. Documento preparado à Fundespa (Fundação de estudo e pesquisa aquáticas). Dezembro de 1997. On-line: Consulta ao site [www.mares.io.usp.br](http://www.mares.io.usp.br) (dia 18/06/2004).

<sup>5</sup> Pesquisa realizada em 2002, no âmbito do projeto SIIGAL (processo Fapesp: N° 1998/14277-2).

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.

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).

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

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

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

\_\_\_\_\_. 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.

SÃO PAULO (ESTADO). Instituto Geológico. Banco de Dados do Plano Preventivo de Defesa Civil. São Paulo: IG/SMA, 2004.

SOUZA, C.R. de G. SIIGAL. 3º Relatório Técnico/Processo FAPESP 1998/ 14.277-2. São Paulo: Instituto Geológico/Fapesp, 2003. p. 78-101.

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. 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.

TAVARES, R.; 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.

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

ANEXOS (cartas sinóticas de superfície do episódio de 06 a 31 de março de 2000)

