



Ricardo Martins Campos & Ricardo de Camargo

e-mail: ricardo@master.iag.usp.br, ricamarg@master.iag.usp.br

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP, São Paulo, SP, Brasil.



1. Introdução

A porção sul da costa sul-americana do Oceano Atlântico freqüentemente sofre a influência de sistemas meteorológicos de escala sinótica, os quais podem induzir perturbações significativas no oceano. Estes distúrbios ocorrem basicamente em duas formas: ocorrência de variações no nível médio do mar ("maré meteorológica") e geração de ondas de superfície ("ressacas"); ambos efeitos podem acarretar sérias implicações para as atividades humanas na orla marítima.

Maré meteorológica é a diferença entre a maré observada e a maré astronômica (Pugh, 1987).

Causas da maré meteorológica: variações da pressão atmosférica e troca de *momentum* entre o campo de vento e a superfície do mar.

Este trabalho visa caracterizar a influência atmosférica em escala sinótica sobre o oceano para eventos extremos de maré meteorológica na costa sudeste brasileira. A seguir duas fotos de uma ressaca ocorrida em Santos no inverno de 2005.



Figura 1: Figura demonstrativa dos possíveis danos à orla de Santos. Região: Avenida Bartolomeu de Gusmão - Ponta da Praia

2. Dados Utilizados

Elevações horárias do nível do mar no Porto de Santos no período de 00Z de 1/1/1951 a 23Z 31/12/1990 e campos médios diários de larga-escala de pressão atmosférica e componentes zonal e meridional do vento em superfície no Atlântico Sul e adjacências (90°W - 0°, 70°S - 0°) abrangendo o mesmo período.

3. Metodologia

Os dados de nível do mar foram filtrados com filtro de Lanczos passa-baixa, eliminando a componente de maré astronômica. A determinação de eventos extremos de maré meteorológica se baseou na divisão de casos acima e abaixo de 2 e 3 e -2 e -3 desvios padrão: eventos extremos positivos e negativos.

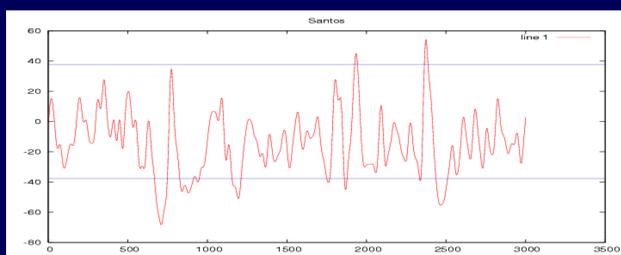


Figura 2: Série temporal de maré meteorológica em vermelho e os desvios padrão (x2) em azul

A série de 40 anos filtrada foi dividida em décadas e em estações, sendo o verão-DJF, outono-MAM, inverno-JJA, primavera-SON, a fim de se analisar a freqüência dos casos em função da sazonalidade e da década.

Acima de 2 d.p.	Primavera	Verão	Outono	Inverno
1951 - 1960	16	12	48	28
1961 - 1970	13	16	49	41
1971 - 1980	19	26	53	36
1981 - 1990	21	10	47	42

Tabela 1: Quantificação dos eventos positivos de elevação do nível do mar com amplitude superior a 2 desvios-padrão

Abaixo de 2 d.p.	Primavera	Verão	Outono	Inverno
1951 - 1960	30	6	10	26
1961 - 1970	17	6	2	27
1971 - 1980	45	9	7	14
1981 - 1990	35	7	8	20

Tabela 2: Quantificação dos eventos negativos de elevação do nível do mar superiores a -2 desvios-padrão

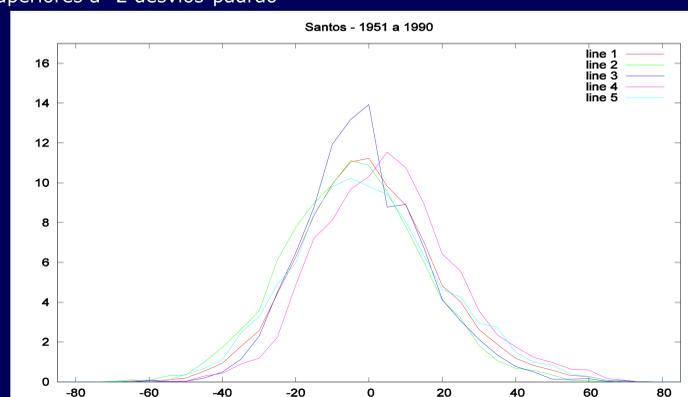


Figura 3: Histograma da série total 51-90 (vermelho) e para cada estação do ano (verão - azul escuro; outono - rosa; inverno - azul claro; primavera - verde).

Composites

A partir da filtragem, foram selecionados os instantes superiores a 3 e -3 desvios padrão. Estes foram utilizados para os campos de pressão e vento em superfície compostos (composites), expondo as condições sinóticas geradoras de casos extremos de maré meteorológica.

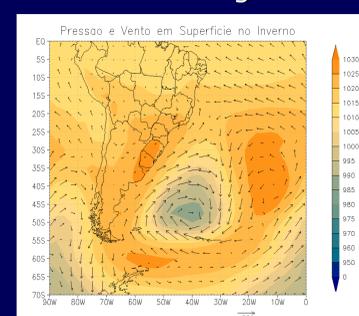


Figura 3: Exemplo de compósito positivo.

Foram realizadas médias temporais destes campos a fim de determinar as condições padrão de sobre elevação e sub elevação bem como posicionamento dos componentes sinóticos.

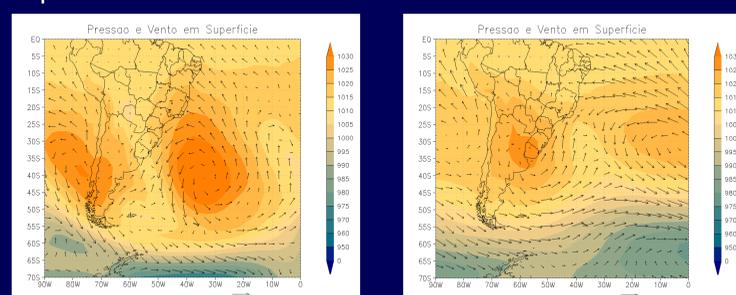


Figura 4: Composites médios para casos abaixo (esquerda) de -3 e acima (direita) de 3 desvios padrão.

Análise de Evolução Temporal

A partir dos instantes de extremos determinados no item anterior foram criados composites para um dia e dois dias antes de cada evento (positivo e negativo). A média destes campos indicam a evolução temporal do quadro sinótico, conforme as próximas figuras.

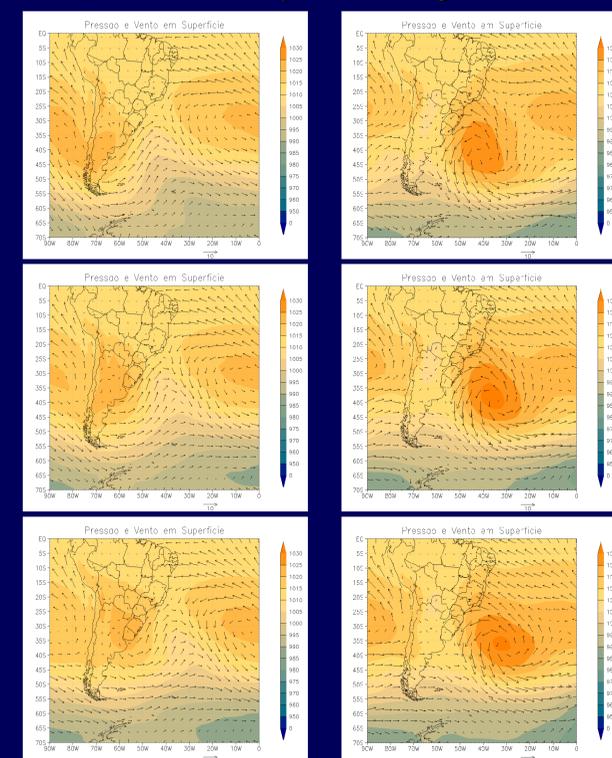


Figura 5: Evolução temporal dos composites acima (coluna da esquerda) e abaixo (coluna da direita) de 3 e -3 desvios padrão. Primeira linha representa 2 dias antes, segunda linha 1 dia antes e a terceira o dia do evento.

4. Conclusão

Das Tabelas 1 e 2 é possível notar, guardadas as pequenas variações decadais, que a maior incidência de extremos positivos ocorre no outono e inverno (com maior atividade ciclônica no Atlântico Sul); enquanto casos negativos são encontrados prioritariamente na primavera, sendo o verão, período de pouca incidência de eventos de maré meteorológica. A figura 3 comprova este padrão.

Os composites demonstram a concordância com a Teoria de Ekman onde o empilhamento de água ocorre à esquerda do vento no H.S., caracterizando casos de elevação positiva com cavado sobre o oceano e ventos de sudoeste junto à costa. Eventos negativos apresentam anticiclone sobre o oceano com ventos de nordeste.

A análise temporal demonstra a dependência de casos extremos com a permanência e posição das pistas de vento, que evoluem da porção sul do continente, acompanhando a circulação de oeste típica de latitudes médias.

5. Referências

- Camargo, R. and Harari, J., *Modelagem numérica de ressacas na plataforma sudeste do Brasil a partir de cartas sinóticas de pressão atmosférica na superfície*, Bolm Inst. Oceanogr., S Paulo, 42(1):19-34, 1994.
- Pugh, D. T., *Tides, surges and mean sea level. A handbook for Engineers and Scientists*, John Wiley&Sons Ltd, New York, 472pp., 1987.