

ANÁLISE METEOROLÓGICA DE EVENTOS EXTREMOS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NA COSTA SUL DO RS

GUSTAVO SCHIAVON NEVES¹; LEONARDO CALVETTI²

¹*Universidade Federal de Pelotas – gustavosbpk@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – lcalvetti@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A agitação marítima observada no litoral brasileiro é altamente variável quanto aos fenômenos meteorológicos responsáveis pela sua geração, podendo ser classificado em 4 regiões distintas (INNOCENTINI et al., 2001). Região Norte (do Amapá até aproximadamente Natal no RN), Região Nordeste (de Natal até Vitória no ES), Região Sudeste (de Vitória até Paranaguá no PR) e Região Sul (de Paranaguá até o Chuí no RS).

Compreender o comportamento, mesmo que parcial de fenômenos meteorológicos de escala sinótica que atuam sobre o mar, pode oferecer informações importantes em relação às variáveis contidas em ondas oceânicas de alto impacto (BARLETTA, 2002), como direção, altura significativa, período e marés.

Utilizando como domínio de estudo uma subárea da Região sul do país, denominada Costa sul do Rio Grande Sul, delimitada pelos molhes da barra da Praia do Cassino no município de Rio Grande, e os molhes da barra do Chuí na divisa do Brasil com Uruguai, o presente trabalho se baseia em uma seleção de eventos que trouxeram algum tipo de dano costeiro, impraticabilidade portuária ou riscos à navegação, durante o período de 2016 a 2018, a fim de verificar as características atmosféricas presentes na área de geração das ondulações associadas. Esta área recebe o nome de *fetch*, sendo definida como uma área oceânica profunda (>40 metros), onde os ventos atuam com direção e módulo aproximadamente constante, capaz de quebrar a tensão superficial do mar, e gerar um crescimento exponencial das ondas em função do tempo de atuação no *fetch* (SHORE PROTECTION MANUAL, 1984).

2. METODOLOGIA

Os eventos abordados no trabalho foram selecionados a partir de observações no Balneário Cassino e registros de danos monitorados pela Defesa Civil e Marinha, sob o domínio da área de estudo. As observações foram realizadas durante Abril de 2016 e Dezembro de 2018, contendo registros sensoriais e instrumentais de: Direção do vento (Estação met. da praticagem do Porto), Velocidade do vento (Estação met. da praticagem do Porto), Altura significativa das ondas (sensorial), Direção de propagação das ondas (Boias do SiMCosta/FURG), Período médio (Sensorial), Maré (Sensorial).

Os dados observacionais não foram utilizados na análise física dos eventos, pois podem carregar inconsistências e erros, desta forma a coleta observacional, serviu para que eventos com características incomuns fossem analisados com maior detalhamento.

Durante o período de observação foram selecionados 4 eventos (27/10/2016, 29/04/2017, 11/08/2017, 21/05/2018) sendo que entre eles, todos apresentaram registros de transtornos relativos ao estado anormal das condições do mar junto ao Centro de Hidrografia da Marinha e Praticagem do Porto de Rio

Grande, como danos a edificações costeiras, naufrágios, e impraticabilidade total do Porto de Rio Grande:

A análise física dos eventos foi feita a partir de dados de reanálise ERA5, disponibilizados pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, com resolução espacial de 0,25 graus para dados atmosféricos, e 0,5 graus para dados de ondas oceânicas e espaçamento temporal de uma hora. Os dados foram utilizados para confecção de campos de vento (10 metros), pressão reduzida ao nível médio do mar (PNMM), altura significativa das ondas (Hs), período de pico das ondas (Tp), e direção de propagação das ondas, através do software Grid Analysis and Display System (GrADS).

A análise sinótica em superfície foi realizada para 48 horas antes dos registros de agitação marítima, com intervalo padrão de 5 milibares nas isóbaras, para todos os campos de PNMM, a fim de estabelecer os gradientes de pressão atuantes na gênese de ondulações de alto impacto.

Para conhecer as transferências de energia atmosfera-oceano, foi feita uma estimativa do comprimento, duração e intensidade da região onde os ventos possuíram por alguns instantes direção constante, ou seja, estabelecer o *fetch* e as principais características que possuem influência direta na geração de ondas.

Foram utilizados dados das bóias do Sistema de Monitoramento costeiro da Furg (SiMCosta), para obtenção das variáveis Altura Significativa (m), e direção das ondas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a pressão ao nível médio do mar presente nos eventos de agitação marítima selecionados por suas características de alto impacto, foi possível perceber um padrão entre os centros de alta e baixa pressão, ou seja, nas regiões de assinatura dos maiores gradientes de pressão, e por consequência onde o *fetch* se encontra. Desta forma o padrão verificado está intimamente relacionado com a distribuição espacial dos pares de centros de alta e baixa pressão e as marés meteorológicas observadas pelo autor. Sendo assim o primeiro padrão sugere que pistas geradas a partir de pares de centros de alta e baixa com distribuição zonal, apresentam avanço significativo da linha de maré, como observado nos casos de 28/10/16 e 27/04/17, onde houveram registros de danos a 40 residências costeiras no Balneário Hermenegildo e inundações no Balneário Cassino.

O segundo padrão verificado, sugere que pistas de vento originadas com pares de alta e baixa pressão com distribuição meridional, não são seguidos por marés meteorológicas significativas, mesmo com os eventos selecionados com este tipo de configuração terem apresentado os maiores valores de altura significativa de onda. Os casos de 09/08/17 e 21/05/18 ilustram a distribuição dos centros conforme mencionado, e não são seguidos de registros de danos costeiros. Porém a provável presença de ondas de vento (*wind-sea*) próximo a costa, seja o principal fator responsável pelo naufrágio da embarcação Dom Manuel XVI entre 10/08/17 e 11/08/17.

Ainda em relação aos campos de pressão em superfície, fica estabelecido um intervalo referente aos gradientes que permitiram a gênese de ondulações de alto impacto, onde o máximo valor foi de aproximadamente 56 hpa, e mínimo 36 hpa, ou seja, é de conhecimento em função de reanálises, que um intervalo entre estes valores apresentados, pode apresentar potencial significativo de agitação marítima para a área de estudo.

Os gradientes de pressão são obviamente determinantes para a magnitude dos ventos, porém dentre os casos analisados, as maiores alturas significativas de onda, não foram verificadas nos casos com os maiores gradientes, devido principalmente a estes casos não apresentarem *fetch* de grandes dimensões conforme a tabela 1 mostra:

Evento	Vel. Média do Vento no Fetch (m/s)	Dimensão do Fetch (Km)	Gradiente de Pressão (hPa)	Altura Sig. (m) Boia RS-5
28/10/16	21	400	56	XXX
27/04/17	23	380	54	2,63
09/08/17	25	900	36	5,3
21/05/18	19	510	45	4,45

Tabela 1: Características dos eventos abordados (xxx = dado ausente).

Todas as ondulações analisadas apresentaram direção de propagação do quadrante sul e sudeste, devido logicamente aos ventos no *fetch* também possuírem estas direções.

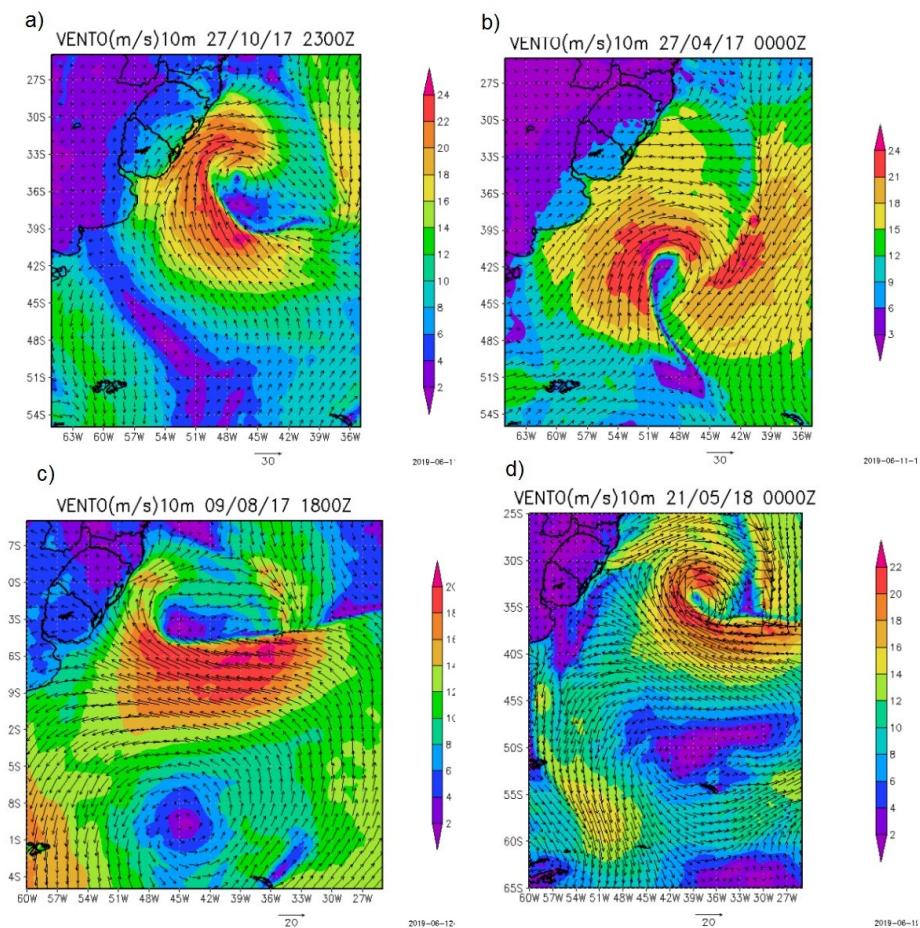


Figura 1: Campos de vento dos eventos abordados no estudo.

4. CONCLUSÕES

As observações realizadas durante os 4 casos abordados, foram de extrema importância para que eventos com características atípicas, fossem analisados a partir de uma metodologia mais refinada e confiável.

A metodologia empregada foi capaz de sugerir certos padrões correlacionados às variáveis das ondulações presentes em cada evento. Desta forma, os resultados encontrados permitem que eventos similares aos abordados no trabalho, ao ocorrerem no futuro, possam ser contemplados por alertas e previsões com grau de incerteza inferior aos ocorridos no passado na costa sul do Rio Grande do Sul.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANONYMUS, A. **Shore Protection Manual**. Estados Unidos: Usace, 1984. 2v.

BARLETTA, R. C.; CALLIARI, L. J. Determinação da Intensidade das Tempestades que atuam no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, v. 28, n. 2, p. 117-124, 2002.

ECMWF (<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/archive-datasets/reanalysis-datasets/era5>). Acessado em 03/07/2019.

INNOCENTINI V.; CUNHA PRADO S. C.; PEREIRA C. S.; BRANDÃO F. O. Ocorrência de Vagas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo: Caso de 24 de Outubro 1999. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.16, n. 2, p. 177-186, 2001.

MELO F., E. **Maré Meteorológica na Costa Brasileira**, Tese Professor Titular, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Rio Grande, 328 p, Abril 2017.

PARISE, C. K. **Padrões atmosféricos sinóticos geradores de marés meteorológicas intensas e a resposta morfodinâmica da Praia do Cassino**. Monografia (Graduação).Departamento de Geociências, Laboratório de Oceanografia Geológica, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, 2007.

PUGH, David, **Tides, Surges and Mean Sea-Level**, Swindon, UK, Natural Environment Research Council, 1987.