

CLIMATOLOGIA DE CICLONES E FRENTES FRIAS NA REGIÃO DA BACIA DE SANTOS

Juan Neres de Souza¹, Natasha Oliveira de Carvalho², Fernanda Cerqueira Vasconcellos³, Claudine Pereira Dereczynski⁴
juan-neres@hotmail.com. Autor correspondente.

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (UFRJ),

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (UFRJ),

³Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (UFRJ),

⁴Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (UFRJ)

Palavras chaves: Ciclones Extratropicais, Ciclones Subtropicais, Sistemas Frontais.

1) INTRODUÇÃO

A Bacia de Santos (BS), localizada sobre o Oceano Atlântico, em sua maior parte na costa sudeste brasileira (Figura 1), estendendo-se desde Florianópolis (SC) até Cabo Frio (RJ), é uma importante região petrolífera *offshore* brasileira. Na BS estão presentes expressivos campos de exploração do pré-sal, cuja produção teve início em 2010 e atualmente responde por mais de 70% da produção da Petrobras nessa camada. A motivação para realização deste trabalho se deve ao fato da intensificação da produção e do escoamento de petróleo e gás natural e, conseqüentemente, do aumento do tráfego de embarcações na BS, tornando-se necessário compreender a climatologia de sistemas meteorológicos na região. A importância deste trabalho para o setor de petróleo, gás natural, energia e biocombustíveis compreende desde servir como subsídio ao planejamento e gestão ambiental da região até apoiar as operações de produção e escoamento de petróleo e gás natural na BS, através de um maior entendimento da frequência dos principais sistemas atmosféricos responsáveis pela geração de chuvas e ventos fortes na região de estudo, como as frentes frias e os ciclones.

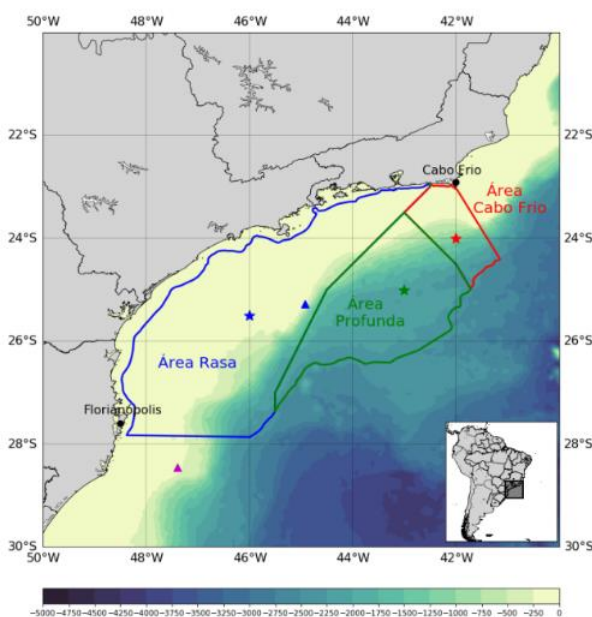


Figura 1: Mapa da Bacia de Santos, localizada sobre o Oceano Atlântico, aproximadamente entre os paralelos 28 e 23°S e meridianos 49 e 41°W, apresentando suas três subáreas: Área Rasa (azul), Área Profunda (verde) e Área Cabo Frio (vermelho).

2) DADOS E METODOLOGIA

Para a climatologia das frentes frias sobre a BS, foram utilizadas saídas diárias da Reanálise ERA5 (Hersbach et al., 2020) para o período 1991-2020, com as seguintes variáveis: pressão atmosférica ao nível médio do mar, temperatura do ar em 925 hPa e componente meridional do vento em 925 hPa. Aplicou-se a metodologia proposta por Andrade (2007), que considera a média em uma área das variáveis descritas acima. Para contabilizar a passagem das frentes frias, foi avaliado que no intervalo de um dia para o outro houvesse, considerando a média dos pontos da área analisada: i) queda na temperatura do ar em 925 hPa; ii) aumento na pressão atmosférica ao nível médio do mar e iii) componente meridional do vento em 925 hPa positiva. Essa metodologia foi aplicada para um contorno da BS e para cada uma das suas três subáreas: Área Rasa, Área Profunda e Área Cabo Frio.

Para a climatologia dos ciclones na BS, foram utilizadas as saídas horárias da vorticidade relativa em 850 hPa, também utilizando a Reanálise ERA5. O período analisado foi 1991-2020. Para a identificação dos ciclones, utilizou-se um programa com método lagrangeano chamado TRACK (Hodges, 1994). O TRACK é projetado para ser executado em uma esfera, evitando a necessidade de usar projeções que possam introduzir *bias*, entretanto a identificação inicial do ciclone é realizada em uma projeção polar estereográfica para evitar *bias* gerados ao usar uma projeção latitude-longitude, particularmente em latitudes médias e altas. O rastreamento é aplicado com a vorticidade relativa em 850 hPa (a cada 1 hora) para identificar os ciclones. Os ciclones são inicialmente identificados como mínimos no campo de vorticidade relativa e depois refinados pela determinação dos locais fora da grade usando interpolação *B-spline* e minimização das quedas mais acentuadas, o que produz rastreamentos mais suaves. O TRACK identifica todos os pontos dos ciclones no conjunto de dados, para que eles sejam agrupados em “trilhas ciclônicas”. Primeiro, o algoritmo usa a técnica do vizinho mais próximo, que verifica o ponto mais próximo com as mesmas características e associa-o à trajetória. Além da identificação e rastreamento, o TRACK também usa limiares para remover sistemas estacionários que têm um tempo de vida menor que um intervalo de tempo (por exemplo, dois dias) e deslocamento menor que um intervalo em quilômetros (por exemplo, 500 km). Neste trabalho, foram identificados os ciclones que atuaram na Área Total da BS, bem como nas suas três subáreas, apresentadas na Figura 1.

3) RESULTADOS

Os resultados da contabilização das frentes frias mostraram pouca diferença entre as Áreas Rasa, Profunda, Cabo Frio e a Área Total da BS (Figura 2a), com a Área Rasa apresentando, em geral, um número um pouco maior que as outras subáreas. A menor frequência de sistemas frontais na BS ocorre no verão, aumentando no outono e inverno até chegar a um máximo na primavera. Esse resultado concorda com os de Andrade (2007) para a região continental, entre as latitudes de 28° e 23°S. O total anual médio é de aproximadamente 49 frentes frias passando sobre a BS. Os resultados dos ciclones mostram uma maior variação entre as subáreas da BS (Figura 2b), quando comparado com as frentes, apresentando os maiores valores na Área Rasa. As maiores (menores) frequências ocorrem no verão (inverno). Esse resultado está de acordo com trabalhos prévios (Reboita et al., 2010), que apontam uma região ciclogênica próximo ao litoral da Região Sudeste, com um máximo durante o verão. Nota-se que os desvios-padrão dos ciclones são altos, quando comparados aos valores médios, chegando a ultrapassar o valor médio em todas as estações para a Área Cabo Frio. Na região da BS como um todo passam em torno de 10 ciclones por ano, sendo 3,3 no verão, 2,3 no outono, 1,9 no inverno e 2,5 na primavera.

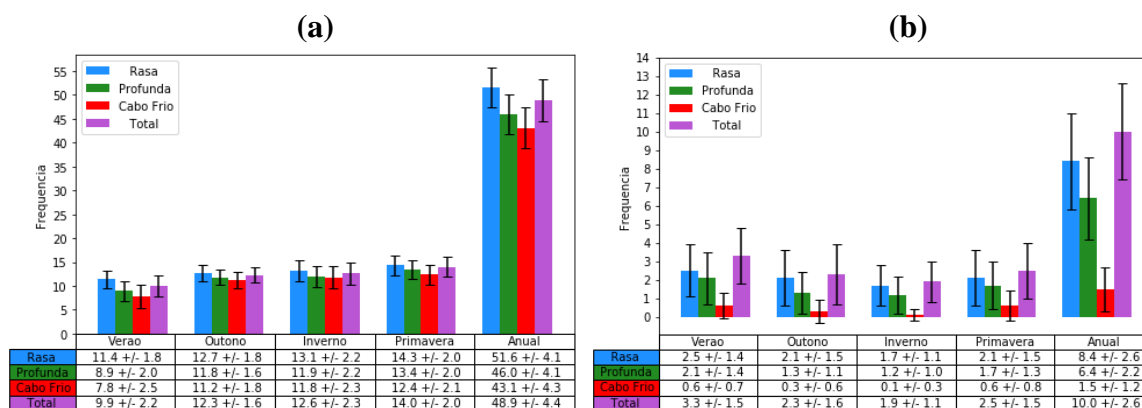


Figura 2: Frequências e desvios-padrão de: a) frentes frias e b) ciclones na Baía de Santos por estação do ano e anualmente. Os valores são apresentados para a baía como um todo (Total) e também para suas três subdivisões Rasa, Profunda e Cabo Frio. Climatologia obtida a partir das saídas da Reanálise ERA5 para o período de 1991-2020.

4) CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada uma climatologia (1991-2020) dos sistemas frontais e ciclones que se deslocam sobre a BS a partir da Reanálise ERA5. A área de estudo foi dividida nas áreas Rasa, Profunda e Cabo Frio para uma melhor avaliação da frequência dos sistemas transientes em cada área da baía. A metodologia para contabilização das frentes frias segue a mesma de Andrade (2007) e apresentou uma média de aproximadamente 49 sistemas frontais por ano, além de pouca variação entre as três subáreas. A menor frequência de sistemas frontais ocorre no verão, aumentando no outono e inverno até chegar a um máximo na primavera. O rastreamento dos ciclones foi realizado através do programa TRACK (Hodges, 1994) e apresentou uma média de 10 ciclones por ano, porém com maiores ocorrências na Área Rasa em relação às outras subáreas. As maiores (menores) frequências ocorrem no verão (inverno) com uma média de aproximadamente 3 (2) ciclones.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Petrobras, pelo suporte financeiro e fomento a esta pesquisa, através do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) "Caracterização da Meteorologia e do Clima de Ondas na Baía de Santos" - Processo 2018/00067-1.

5) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, K., 2007: Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul. 187 f. Tese (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Hersbach, H. et al., 2020: The ERA5 Global Reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Accepted Manuscript. DOI: 10.1002/qj.3803.

Hodges, K. I., 1994: A General Method for Tracking Analysis and Its Application to Meteorological Data. *Mon. Weather Rev.* 122, 2573–2586. doi:10.1175/1520-0493(1994)122<2573:AGMFTA>2.0.CO;2.

Reboita, M. S., et al., 2010: Climatological features of cutoff low systems in the Southern Hemisphere. *J. Geophys. Res.* 115, D17104. doi:10.1029/2009JD013251.