

## **VARIABILIDADE ESPACIAL DO BOMBEAMENTO DE EKMAN NO OCEANO AUSTRAL**

**VERONA, Laura Sobral  
MATA, Mauricio Magalhães  
laurinhaverona@gmail.com**

**Evento: Mostra de Iniciação Científica  
Área do conhecimento: Oceanografia**

**Palavras-chave:** Modo Anular Sul, reanálise atmosférica, temperatura

### **1 INTRODUÇÃO**

Foi estimado que cerca de 80% do aquecimento visto no Hemisfério Sul está localizado no Oceano Austral (Gille, 2008), indicando que este ambiente é bastante vulnerável às mudanças climáticas. Estas mudanças influenciam o principal modo de variabilidade atmosférica da região, denominado Modo Anular Sul (SAM), o qual tem apresentado clara tendência positiva desde 1970 (Marshall, 2003).

Além das alterações na atmosfera, já foram verificados reflexos no oceano, como aumento do Transporte de Ekman e alteração de regiões de ressurgência e subsidência de águas, relacionado ao Bombeamento de Ekman (BE) (Hall & Visbeck, 2002). Estes processos são importantes, pois podem alterar a captura de calor da atmosfera para os oceanos, além de gerar potenciais mudanças na capacidade de sequestro de C pelos oceanos e derretimento de plataformas de gelo.

Neste contexto, o presente trabalho tem como finalidade investigar questões abertas quanto à resposta em larga escala do campo de BE às mudanças no SAM. Sendo, portanto, o objetivo geral analisar aspectos da variabilidade espacial no Bombeamento de Ekman no Oceano Austral, ao longo de três décadas (1979-2010) em diferentes produtos de reanálises atmosféricas.

### **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O Oceano Austral corresponde a 22% dos oceanos globais, sua área engloba todas as águas ao sul de 30°S, além de ser uma região única por conectar todas as bacias oceânicas através da Corrente Circumpolar Antártica. Nesta região, o SAM tem grande importância, em sua fase positiva atua intensificando os ventos de Oeste e altera a posição destes em direção ao polo Sul (Thompson & Wallace, 2000).

Esta alteração na configuração atmosférica acarreta mudanças em processos oceânicos, como o Transporte e Bombeamento de Ekman. O Transporte de Ekman consiste no balanço entre a tensão de cisalhamento do vento e a aceleração de Coriolis, resultando em um transporte de água perpendicular a direção média do vento. Isto, por consequência, gera um movimento de água na vertical denominado Bombeamento de Ekman (Tomczack & Godfrey, 2001).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os dados utilizados foram compilados de diferentes produtos de reanálise atmosférica. Todos estão disponíveis publicamente, deles foram extraídas médias mensais das componentes da tensão de cisalhamento do vento superficial para o período entre 1979 e 2010. As reanálises utilizadas foram a NCAR-R2 e CFSR desenvolvidas pelo NCEP, a ERA-Interim do ECMWF e a JRA-55 (JMA).

Primeiramente foi calculado o BE para toda a área de estudo em cada uma

das reanálises, para então serem feitas comparações espaciais. Foi confeccionado um diagrama de Taylor, afim de entender de maneira geral o problema. Em seguida, foram calculados campos de anomalias utilizando a reanálise do CSFR como referência, para determinar onde os sinais de BE podem ser considerados robustos.

#### **4 RESULTADOS e DISCUSSÃO**

De maneira geral, foi possível notar que os resultados do cálculo do BE para as diferentes reanálises apresentam diferenças significativas de magnitude, no entanto todas concordam razoavelmente quanto a distribuição espacial da ressurgência/subsidência de águas.

As anomalias máximas foram vistas em regiões próximo ao continente Antártico, mesmo o BE sendo calculado a partir de profundidades maiores que 1000m. Outro aspecto importante foram as diferenças observadas nas regiões de transição entre o BE positivo e negativo. A reanálise CSFR apresentou feições de menor escala espacial nesta região, enquanto as outras reanálises não apresentaram esta variabilidade.

Os locais em que o sinal de BE pode ser considerado robusto, por se repetir na maioria das reanálises, é a região oriental do Oceano Austral, principalmente entre 60 e 50°S contemplando a ressurgência. Também pode ser considerado um sinal robusto de subsidência de água a região entre 30 e 40°S.

#### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho sumariza os resultados preliminares relacionados a um dos objetivos específicos meu do trabalho de conclusão de curso em Oceanologia, que será defendido em dezembro/2015.

Concluindo, portanto que existem diferenças claras de magnitudes entre as reanálises, principalmente quando comparadas com a ERA-Interim. Mas todas concordaram razoavelmente quanto a distribuição de regiões de BE positivo e negativo. Uma das regiões que todas as reanálises concordam está situada na porção oriental do Oceano Austral. As maiores diferenças espaciais estão focadas nas regiões de transição entre ressurgência e subsidência.

Os próximos passos a serem executados são análise da evolução temporal dos campos de Bombeamento de Ekman para a região de estudo, principalmente de maneira regional, afim de verificar possíveis relações com as alterações no regime de ventos. Em sequência serão quantificadas as mudanças observadas nas propriedades termohalinas da camada superior do Oceano Austral.

#### **REFERÊNCIAS**

- Gille, S. T. 2008. Decadal Scale Temperature Trends in the Southern Hemisphere Ocean. *Journal of Climate*, 21(1), 4749-4764.
- Hall, A., & Visbeck, M. 2002. Synchronous variability in the Southern Hemisphere atmosphere, sea ice, and ocean resulting from the annular mode. *Journal of Climate*, 15(21), 3043-3057.
- Marshall, G. J. 2003. Trends in the Southern Annular Mode from observations and reanalyses. *Journal of Climate*, 16(24), 4134-4143.
- Thompson, D. W. J., & Wallace, J. M. 2000. Annular Mode in the Extratropical Circulation. Part I: Month-to-Month Variability. *Journal of Climate*, 13, 1000-1016.
- Tomczack, M. & Godfrey, S. 2001. *Regional Oceanography: An Introduction*. Elsevier, 382p.