

INFLUÊNCIA DA OSCILAÇÃO ANTÁRTICA SOBRE OS BLOQUEIOS ATMOSFÉRICOS E PERSPECTIVA PARA OS CENÁRIOS FUTUROS

Monica Cristina DAMIÃO Mendes ¹

Iracema Fonseca de Albuquerque CAVALCANTI ¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

monica.damiao@cptec.inpe.br, iracema@cptec.inpe.br

RESUMO: Nesse artigo são apresentados resultados sobre a influência da Oscilação Antártica nos bloqueios ocorridos no Pacífico Sudeste e Atlântico Sul e uma comparação dos eventos e de dias com bloqueios simulados por modelos IPCC, para o período de 1960 a 2000. A definição de bloqueio foi obtida a partir de um índice que baseia-se em dois gradientes meridionais da altura geopotencial em 500 hPa. Em relação à influência da Oscilação Antártica nos bloqueios ocorridos no Pacífico Sudeste e Atlântico Sul verificou-se que a duração dos eventos de bloqueio é diferente para cada fase da Oscilação Antártica (OA), assim como as frequências de eventos no Pacífico Sudeste e Atlântico Sul. O ciclo sazonal foi bem reproduzido pelos conjuntos das simulações. Entretanto os resultados revelaram diferenças no total de eventos e de dias bloqueados diagnosticados a partir dos modelos HADCM3, GFDL e ECHAM5.

ABSTRACT: The subject of this study is the influence of the Antarctic Oscillation on Southeastern Pacific and Southern Atlantic blockings, and the frequency of blocking events and blocking days in simulations (1960-2000) from IPCC. The blocking definition is based on two meridional geopotential gradients at 500 hPa. The results showed that the blocking duration is different for each AAO phase and the frequencies behaviour is also different in the Pacific and Atlantic blockings. The seasonal cycle was well reproduced by the models. However there were differences in the total number of events and blocking days among HADCM3, GFDL e ECHAM5 models and ERA40 results.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças ocorridas no clima estão chamando a atenção dos cientistas e da população em todo o globo. Eventos meteorológicos extremos isolados estão sendo registrados em algumas partes do mundo, como por exemplo o furacão Katrina em 2005 (no Atlântico Norte) e o sistema híbrido/furacão Catarina em 2004 (no Atlântico Sul). Por outro lado, no que se refere às projeções climáticas dos bloqueios atmosféricos e sua relação com fenômenos meteorológicos (ENSO, Oscilação Antártica), existem poucos estudos que têm explorado esse assunto, mesmo sabendo que o ENSO influencia bastante na intensidade e atividade dos bloqueios atmosféricos (Marques, 1996; Wiedenmann, 2002 e Damiano, 2007). Contudo, a

influência de fatores extratropicais sobre os bloqueios, por exemplo, a influência da Oscilação Antártica (OA), é um assunto pouco explorado. É importante assinalar que os bloqueios atmosféricos afetam significativamente as condições meteorológicas na América do Sul, como por exemplo uma interrupção brusca no deslocamento normal dos Sistemas Frontais e Ciclones. Por sua vez, recentes estudos mostraram que a OA tem relação direta com a posição e intensificação dos jatos, podendo interferir nos sistemas transientes. Silvestri e Vera (2003) encontraram que na fase positiva da AO havia uma diminuição da precipitação no Sudeste da América do Sul, devido ao enfraquecimento da convergência de umidade e da intensificação do anticiclone em altos níveis. Casos de seca extrema no sudeste, associados a anomalias na ZCAS relacionadas com o trem de ondas Pacific South America (PSA) e com a OA apresentaram também um padrão de bloqueio no Pacífico Sudeste (Vasconcellos e Cavalcanti, 2010).

Carmo (2002) analisando as variações sazonais das Storm Tracks (STs) no Hemisfério Sul, a partir de dados de reanálises do NCEP/NCAR, concluiu que a Oscilação Antártica teria uma correlação negativa com as STs. Esse resultado corrobora aqueles obtidos por Mendes (2006), que concluiu que a AAO influencia quer na quantidade quer na localização das STs no HS, em geral, e na AS em particular. Em relação ao posicionamento das ciclogêneses no HS como um todo, verificou-se que durante a fase negativa os ciclones extratropicais tendem a ocorrer em latitudes mais baixas do que na fase positiva, tanto para o Inverno como para o Verão.

2. OBJETIVOS

Esse trabalho tem como enfoque principal analisar a influência da Oscilação Antártica com os bloqueios ocorridos no Pacífico Sudeste e Atlântico Sul e fazer uma comparação dos eventos e de dias com bloqueios simulados por modelos IPCC, para o período de 1960 a 2000.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de altura geopotencial em 500 hPa em ponto de grade de $1^\circ \times 1^\circ$ lat/lon, extraídos das reanálises do ECMWF (ERA 40) para o período de 1960 a 2000, o qual foi denominado de período controle. Os dados de geopotencial extraídos dos modelos usados no IPCC foram disponibilizados pelo World Climate Research Programme's (WCRP's) Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) multi-model dataset e foram integrados para diferentes concentrações de gases de efeito estufa, isto é, cenários SRES (Special Report on Emissions Scenarios). Estes modelos numéricos, em geral, descrevem os principais processos físicos e dinâmicos da atmosfera, assim como as interações entre as componentes do sistema climático e os mecanismos de retro-alimentação (feedbacks) entre os processos físicos. Estes modelos podem gerar climas regionais que seriam resposta a mudanças na concentração de gases de efeito estufa e de aerossóis. Aumento na concentração de gases de

efeito estufa tende a aquecer o planeta ao passo que aerossóis têm um efeito de resfriamento. Os modelos utilizados neste trabalho foram: Hadley Centre for Climate Prediction and Research, da Inglaterra (HadCM3); Max Planck Institute for Meteorology, da Alemanha (ECHAM4.5); National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA-Geophysical Fluids Dynamic Laboratory, dos Estados Unidos (GFDL-CM2). Neste estudo apenas foram utilizadas as simulações do Período 1960 a 2000. Por sua vez, o índice da OA (IOA) foi obtido do CPC/NCEP, que corresponde à primeira componente principal do campo anômalo mensal do geopotencial em 700 hPa. A análise da influência da Oscilação Antártica nos bloqueios do Hemisfério Sul (HS) foi realizada verificando para cada mês do período considerado o sinal do IOA e contabilizando os bloqueios com relação à frequência, intensidade e localização. Por sua vez, os bloqueios foram identificados seguindo a metodologia descrita por Damião (2007), na qual definem-se dois índices meridionais do geopotencial em 500 hPa, gradiente meridional sul (GHGS) e gradiente meridional norte (GHGN), sobre as áreas do Pacífico Sudoeste e Sudeste, Atlântico Sul, Índico e Oceania. Ressalta-se que neste trabalho serão apresentados apenas os resultados dos bloqueios atmosféricos ocorridos no Pacífico Sudeste e Atlântico Sul, decorrente de sua influência direta nas condições de tempo e clima da AS e sua proximidade continental.

4. RESULTADOS

Análise da influência da OA nos totais de bloqueios e de dias bloqueados

Os resultados mostraram, com base numa climatologia de bloqueios para o período de 1960 a 2000, que a Oscilação Antártica possui uma grande influência na variabilidade da quantidade de dias bloqueados (dias com bloqueio) e de eventos de bloqueios no Hemisfério Sul. Analisando o *boxplot* do total de dias bloqueados (**Figura I**), para cada fase da AO, nota-se que os valores mais extremos (*asteriscos*) são encontrados na fase positiva, para os bloqueios do Pacífico Sudeste, enquanto que no Atlântico Sul as frequências apresentam-se relativamente próximas, nas duas fases. No Pacífico Sudeste, a frequência mediana é igual a 6.5% (3.4%) na fase negativa (positiva) da oscilação, sugerindo que na fase negativa os bloqueios no PSE tendem a ter uma duração maior. A frequência mediana de dias bloqueados no Atlântico Sul é cerca de 2% e o quartil superior assemelha-se nas duas fases (6 dias). A duração dos eventos de bloqueio é diferente para cada fase da OA, observando-se uma forte variação sazonal para cada fase (**Figura II**). Na fase negativa da OA, a frequência dos eventos tem dois períodos de máxima ocorrência, a primeira nos meses de maio e junho e a segunda em agosto e setembro. Na fase positiva observa-se que a atividade máxima também tem dois períodos de máxima ocorrência, a primeira em maio e julho e a segunda em setembro e outubro. Esses dois picos de máxima ocorrência podem ser explicados, em parte, pela interação entre as oscilações de escalas mais baixas e as mais altas e da atuação em conjunto de sistemas sinóticos distintos, tais como o jato subtropical e os ciclones extratropicais. Segundo Carvalho et al. (2005) a fase negativa

(positiva) da OA está associada a um aumento (diminuição) na intensidade do jato subtropical no HS.

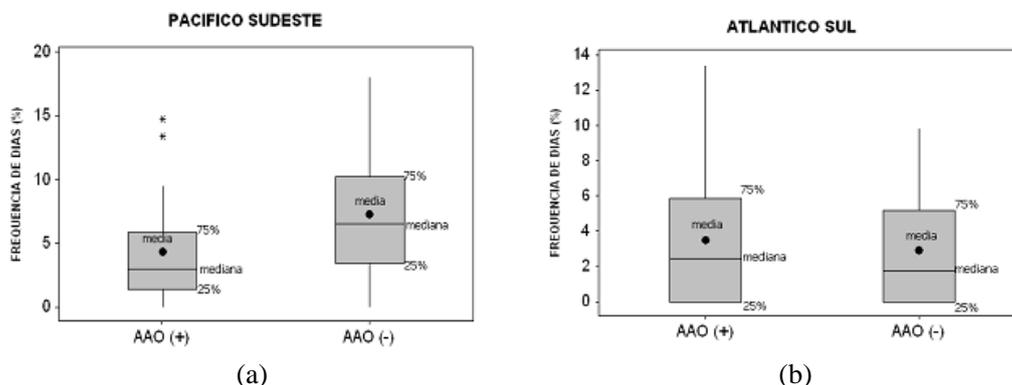


Figura I - Boxplot da frequência de dias bloqueados para as áreas do (a) Pacífico Sudeste e (b) Atlântico Sul. As escalas são distintas para cada gráfico.

Diagnóstico dos bloqueios atmosféricos pelos modelos do IPCC (controle)

A distribuição sazonal dos eventos e dias com bloqueios, extraída dos modelos do IPCC, é apresentada na Figura III. Em relação à variabilidade sazonal, os modelos do IPCC apresentam período de mínima atividade de bloqueios no Verão e máxima atividade no Inverno. Porém, verifica-se que em termos de quantidade de eventos (Figura III a-c) os modelos tendem a superestimar a quantidade (à exceção do HADCM3, para o Sudeste do Pacífico). Salienta-se que para o Atlântico Sul nos meses de verão, outono e primavera os resultados obtidos com o modelo do HADCM3 são praticamente semelhantes aos observados (ERA40). Na quantidade de dias bloqueados, para os 41 anos analisados, percebe-se que sobre o Pacífico Sudeste (Figura IIIb) o modelo HADCM3 é aquele que mais se aproximou do observado, porém, superestimando a quantidade de dias, principalmente nos meses de verão, outono e primavera. De todos os modelos o GFDL é aquele que mais distanciou-se dos resultados encontrados com as reanálises do ERA40, enquanto que o ECHAM5 mostrou resultados satisfatórios nas duas áreas de estudo, apesar da superestimativa.

5. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram uma relação entre a AO e os bloqueios atmosféricos, principalmente no Pacífico Sudeste, com uma maior duração na fase negativa. Em relação à duração dos eventos de bloqueio foi possível verificar diferenças para cada fase da OA, observando-se uma forte variação sazonal. Finalmente, percebeu-se que os três modelos tendem a superestimar os bloqueios atmosféricos (eventos e duração) no Pacífico Sudeste e Atlântico Sul, porém, representam bem a variabilidade sazonal, com maior atividade no inverno e menor atividade no verão.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) pelo interesse e amparo financeiro, ao European Centre for Medium Range and Weather Forecasts (ECMWF), na Inglaterra, pelos dados ERA40. Ao World Data Center for Climate e The British Atmospheric Data Centre (BADC) pela disponibilidade dos dados dos modelos. A segunda autora agradece também ao CNPq pelo auxílio à pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- Carvalho, L. M. V., Jones, C., Ambrizzi, T.: Opposite phases of the Antarctic Oscillation and relationships with intraseasonal to interannual activity in the tropics during the austral summer, **Journal of Climate**, v. 18, n. 5, p. 702–718, 2005.
- Carmo, A. M. C.: **Os storm tracks no Hemisfério Sul**, Tese de Doutorado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos: INPE, 137p, 2002.
- Damião, M. C. M.: **Bloqueios Atmosféricos sobre o Hemisfério Sul: Diagnóstico, Impacto Climático e Mecanismos físicos associados**, Tese de Doutorado em Meteorologia, Universidade de Lisboa, 250 pp, 2007.
- Marques, R. F. C.: **Bloqueio Atmosférico no Hemisfério Sul. São José dos Campos**, Tese de Doutorado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996.
- Mendes, D.: **Regimes de circulação no Atlântico Sul e sua relação com a localização e intensidade de sistemas activos e com o balanço de vapor na região**. Tese de Doutorado em Meteorologia, Universidade de Lisboa, 125 pp, 2006.
- Silvestri, G., Vera, C.: Antarctic Oscillation signal on precipitation anomalies over southeastern South America, **Geophysical Research Letters**, 30, 2115, doi:10.1029/2003GL018277, 2003.
- Vasconcellos, F. C, Cavalcanti, I. F. A.: Extreme precipitation over Southeastern Brazil in the austral summer and relations with the Southern Hemisphere annular mode, **Atmospheric Science Letters**. DOI:10.1002/asl.247, 2010.
- Wiedenmann, J. M., Lupo, A. R., Mokhov, I. I., Tikhonova, E.: The climatology of blocking anticyclones for the Northern and Southern Hemisphere block intensity as a diagnostic, **Journal of Climate**, 15, 3459-3473, 2002.

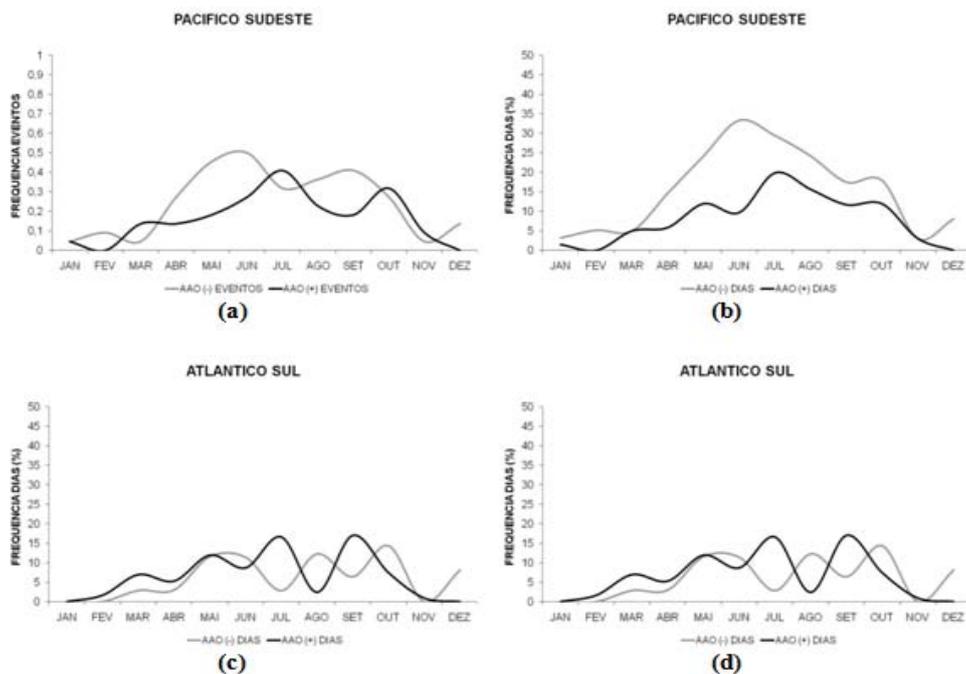


Figura II – Distribuição sazonal da frequência de eventos de bloqueios e de dias bloqueados para cada fase da OA nas áreas: (a, b) Pacífico Sudeste e (c, d) Atlântico Sul. Os eventos e dias bloqueados na fase negativa (positiva) da Oscilação Antártica estão representados pela linha preta (cinza).

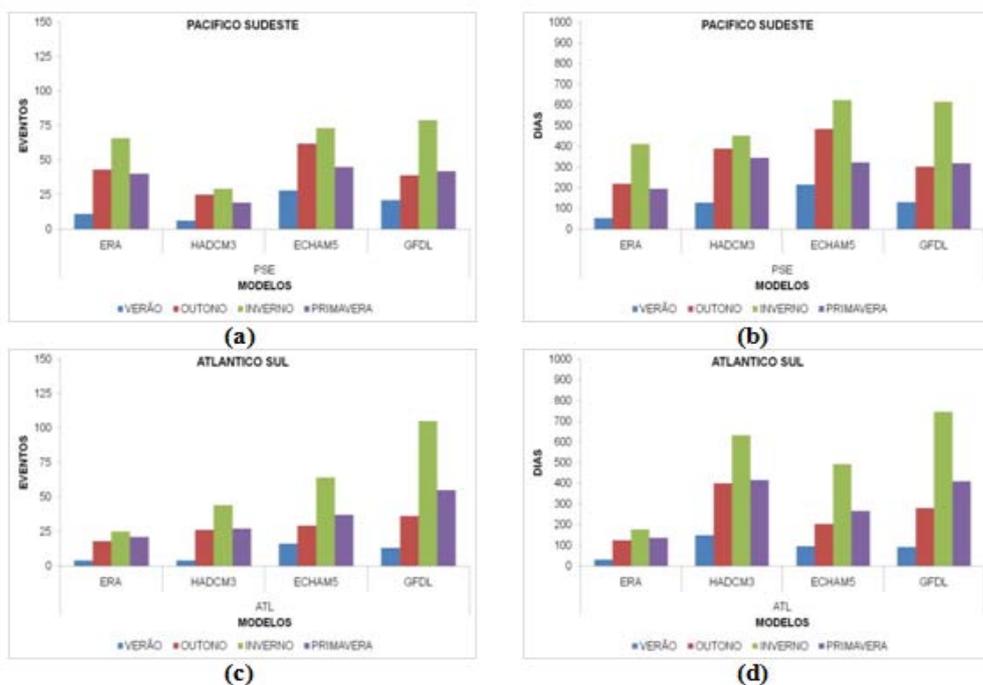


Figura III – Distribuição sazonal da frequência de eventos de bloqueios e de dias bloqueados para os modelos HADCM3, GFDL2.0 e ECHAM5, nas áreas: (a, b) Pacífico Sudeste e (c, d) Atlântico Sul.