

Teleconexões de Ozônio para o Período 1979-1991: Observação e Simulação (Modelo de Circulação Geral)

Mary T. Kayano
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Tércio Ambrizzi
Instituto Astronômico e Geofísico (IAG/USP)
David B. Stephenson
Météo-France

Abstract

Interannual variability in total ozone in the El Niño-Southern Oscillation (ENOS) time scale for the global domain between 70N and 70S have been studied by using empirical orthogonal function analysis and the teleconnectivity technique proposed by Wallace and Gutzler (1981). The datasets used are the Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) and Global Circulation Model ozone data, so that comparisons between observed and simulated results have been done.

1. Introdução

Evidências de sinais de ENOS no ozônio total sobre os trópicos, na forma de estrutura dipolar entre o Pacífico leste e oeste foram encontradas por Shiotani (1992). Randel e Cobb (1994) sugeriram que anomalias de ozônio total nas latitudes médias de ambos os hemisférios estão associadas ao ENOS. Neste artigo, estende-se os estudos anteriores, investigando melhor as estruturas espaciais dos dados de TOMS e também dos dados de ozônio total obtidos por Stephenson e Royer (1995) através de um modelo de circulação geral (MCG).

2 Dados e Métodos

Os dados usados são TOMS e ozônio do MCG mensais do período de janeiro de 1979 a dezembro de 1991 para o setor 70N a 70S. Foram usadas resoluções reduzidas de 4x5o em latitude e longitude para os dados de TOMS e de 5,6 graus em latitude e longitude para os dados de ozônio do MCG. As médias zonais foram removidas antes de calcular as anomalias, as quais foram calculadas com respeito à climatologia de 1979-91. Para isolar as flutuações na escala interanual (IA), aplicou-se um filtro de Lanczos com 11 pesos e especificando resposta de 0,5 para período de 12 meses. A técnica das funções ortogonais empíricas (FOE) foi usada para determinar os padrões dominantes das anomalias filtradas de ozônio. A técnica de teleconectividade proposta por Wallace e Gutzler (1981) foi aplicada às anomalias filtradas de ozônio total (TOMS e do MCG) separadamente para cada estação do ano.

3 Resultados

3.1 Teleconexões

A teleconectividade IA nos dados de TOMS apresenta dois centros de máximos nos extratropicais do hemisfério sul (HS), com um pronunciado ciclo sazonal. Estes centros, com extensão longitudinal de 60 graus confinados ao sul de 50S, no inverno expandem-se para leste e norte, e atingem máximas extensões na primavera. Nos trópicos o padrão é menos organizado, e se expande para o hemisfério norte (HN), onde são encontrados pequenos centros de máximos. Exceção é para o verão, quando os máximos se concentram entre 20N e 20S. Na primavera, o padrão tropical caracteriza-se por um centro no Pacífico equatorial central e outro na região da Indonésia (Fig. 1a).

Em geral, existem similaridades entre os padrões de teleconectividade de dados de TOMS e de MCG. No entanto, são notadas algumas diferenças, que podem ser importante para indicar as deficiências do modelo. O centros de máximos nos extratropicais parecem ocupar áreas relativamente menores e localizar mais a leste do que os observados. Também, os centros de máximos nos trópicos, um no Pacífico central e outro no Pacífico oeste/Indonésia estão bem definidos e fortes em todas as estações (Fig. 1b).

3.2 Funções Ortogonais Empíricas

Os modos 1 IA para TOMS e para ozônio total do MCG são mostrados na Fig. 2, e eles explicam 17,3% e 15,2% da variância total, respectivamente. O modo para TOMS mostra uma estrutura dipolar leste-oeste nos extratropicais do HS, que está em antifase a um dipolo leste-oeste nos trópicos. Este modo descreve a distribuição anômala de ozônio relacionada com o ENOS, como indicado pelos picos no PC1 (Fig. 3) coincidindo com períodos de extremos da oscilação Sul (OS), tais como durante os El Niños de 1982-83 e 1986-87 e as La Niñas de 1984 e 1988-89. Além disso, o coeficiente de correlação entre PC1 e o índice de oscilação sul (IOS) é 0,75, que é estatisticamente significativo no nível de 95%. Nos trópicos, a relação entre ozônio e ENOS é basicamente dirigida pelas variações na

altura da tropopausa, as quais são moduladas pelas mudanças na convecção tropical relacionadas ao ENOS. Com respeito a parte dos extratropicais do HS, a relação proposta baseia-se nos resultados de Rasmusson e Mo (1993). Eles mostraram que variações no ciclo do ENOS estão relacionadas a mudanças nos sistemas transitórios que acoplam as anomalias de convecção no Pacífico central e anomalias na circulação extratropical. Com base nesses resultados, durante episódios quentes a circulação troposférica ciclônica sobre o Pacífico sudeste e a antipodônica sobre o Índico sul estão relacionadas respectivamente com anomalias positivas e negativas de ozônio.

Similarmente, o modo 1 dos dados de ozônio de MCG mostra uma estrutura bipolar leste-oeste bem definida na região tropical (Fig. 2b). Examinado PC1 para TOMS e ozônio de MCG, é notável que o modelo também reproduz as variações no ozônio tropical consistente com os ciclos do ENOS, mas para um estágio da oscilação aparentemente diferente (Fig. 3). O modelo não mostra a estrutura de onda zonal 1 observada para o modo 1 de TOMS.

4 Conclusões

Existe uma forte dependência da teleconectividade IA nos dados de TOMS e ozônio total do MCG. Isso sugere que a relação entre a dinâmica do ozônio e seu ciclo sazonal pode ser um fator importante para determinar os padrões IA de teleconexões.

As análises das FOE mostraram que nos trópicos tanto o ozônio real como de modelo reproduzem uma estrutura dipolar entre o Pacífico leste e o Pacífico oeste/Indonésia confirmando resultados anteriores sobre a relação entre variações no ozônio e ENOS (i.e., Shiotani, 1992; Randel e Cobb, 1994; Stephenson e Royer, 1995). O padrão dipolar nos extratropicais do HS foi encontrado somente nos dados reais, o que indica deficiências do modelo. Aspectos relacionados com este padrão do HS devem ser melhor investigados, pois este padrão mostra estar associado com o padrão tropical.

Referências

Randel W.J. & J.B. Cobb, 1994: Coherent variations of monthly mean total ozone and lower stratospheric temperature. *J. Geophys. Res.*, 99, 5433-5447.

Rasmusson E.M. & K. Mo, 1993: Linkages between 200-mb tropical and extratropical circulation anomalies during the 1986-1989 ENSO cycle. *J. Climate*, 6, 595-616.

Shiotani M., 1992: Annual, quasi-biennial, and El Niño/Southern Oscillation (ENSO) timescale variations in equatorial total ozone. *J. Geophys. Res.*, 97, 7625-7633.

Stephenson D.B. & J.-F. Royer, 1995: Low Frequency variability of total ozone mapping spectrometer and general circulation model total ozone stationary waves associated with El Niño/Southern Oscillation for the period 1979-1988. *J. Geophys. Res.*, 100, 7337-7346.

Wallace J.M. & D.S. Gutzler, 1981: teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784-812

Fig. 1. Teleconectividade em (A) DJF, (B) MAM, (C) JJA, (D) SON para: a) TOMS e b) ozônio total do MCG. Máxima teleconectividade indicada pelas áreas mais escuras.

Fig. 2. Padrões do modo 1 para: (A) TOMS; (B) ozônio total do MCG.

Fig. 3. IOS (linha tracejada) e amplitudes do modo 1 para TOMS (linha espessa) e para ozônio total do MCG (linha fina).