

IDENTIFICAÇÃO DE EVENTOS DE INFLUÊNCIA DO BURACO DE OZÔNIO ANTÁRTICO SOBRE O SUL DO BRASIL: ANÁLISE DINÂMICA DA ATMOSFERA E PERFIL VERTICAL

Gabriela Dornelles BITTENCOURT^{1,2}, Damaris Kirsch PINHEIRO¹, Hassan BENCHERIF²,
Nelson BÈGUE², Lucas Vaz PERES³
gabriela.bittencourt@acad.ufsm.br

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

²LACy, Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones, UMR 8105, Université de La Réunion,
France

³Universidade Federal Oeste do Pará, Santarém, PA, Brasil

Palavras chave: Buraco de Ozônio Antártico. Dinâmica Atmosférica. Perfil Vertical.

1) INTRODUÇÃO

Desde sua descoberta em 1840, é conhecida a importância do gás ozônio (O₃) para a manutenção da vida na Terra e com isso, muitos estudos têm sido realizados. O ozônio é um dos gases traço mais importantes da atmosfera, onde juntamente com o vapor d'água (H₂O) e o dióxido de carbono (CO₂) tornam-se essenciais para o equilíbrio energético do planeta, desempenhando um papel fundamental no suporte à vida da Terra devido à sua capacidade de absorver a radiação ultravioleta (UV) Seinfeld and Pandis (1998). Sua maior abundância (cerca de 90 %) é encontrada na estratosfera, a cerca de 15 a 35 km de altitude, região conhecida como Camada de Ozônio. Na troposfera, o restante do teor de ozônio atmosférico (cerca de 10 %) é um poderoso gás de efeito estufa que contribui para aumentar a temperatura do equilíbrio radiativo da Terra. Durante a primavera austral ocorre um fenômeno cíclico conhecido como Buraco de Ozônio Antártico (BOA) onde é observada uma redução temporária no conteúdo de ozônio na região Antártica. No entanto, massas de ar pobre em ozônio podem se desprender do Buraco de Ozônio e atingir regiões de médias latitudes, conhecido como Efeito Secundário do Buraco de Ozônio Antártico Kirchhoff et al. (1996). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é mostrar como esses eventos de diminuição do conteúdo de O₃ se comportam sob a região Sul do Brasil. Para isso a dinâmica estratosférica é estudada mostrando como a atmosfera se comporta durante a ocorrência deste tipo de evento. Na cidade de Santa Maria/Rio Grande do Sul (29,41°S, 53,48°W) serão analisados eventos que apresentaram as maiores diminuições do conteúdo de O₃ entre o período de 2002 - 2018. À medida que os estudos avançam, muitos instrumentos estão disponíveis para a análise do conteúdo de ozônio de diferentes maneiras. O comportamento vertical do O₃ será analisado através de dados do satélite TIMED/SABER que está em atividade desde janeiro de 2002 até dezembro de 2018, disponibilizando dados diários do perfil vertical da atmosfera de 15 até 105 km de altitude. Para a identificação dos eventos de influência do BOA sobre a região Sul do Brasil foram utilizados dados médios diários da coluna total de ozônio pelo Espectrofotômetro Brewer (MKIII 167) e satélite OMI. Para a análise dos campos estratosféricos foram utilizados dados de reanálise disponíveis pelo ERA5/ECMWF, e confeccionados campos de vorticidade potencial em níveis de pressão.

2) METODOLOGIA

Neste trabalho o estudo de eventos extremos de diminuição do conteúdo de O₃ no BOA (entre 2002 a 2018), ocorreu seguindo alguns passos. O primeiro é a análise dos dados médios diários obtidos através dos instrumentos (Brewer 167 e OMI). Para isso, buscam-se dias de queda no conteúdo de ozônio, onde

são escolhidos dias em que o valor médio diário da coluna total de ozônio é menor que o valor da média climatológica do mês menos 1,5 do seu desvio padrão ($i-1,5i$). Este critério de utilização do valor de -1,5 foi abordado por Bittencourt et al. (2019), onde observa-se que as variações em torno desse valor conseguem representar bem as influências do conteúdo de ozônio sobre a região. Com os dias selecionados e os eventos identificados são realizadas as análises da dinâmica estratosférica através dos campos de vorticidade potencial, que serão trabalhados neste trabalho em níveis de pressão, na altura de 20 hPa. O aumento da vorticidade potencial absoluta representa que as massas de ar pobre em O₃ são oriundas da região polar, e o contrário quando se observa uma diminuição de vorticidade potencial a massa de ar possui origem equatorial Hoskins et al. (1985). O estudo dos perfis verticais possibilitou identificar a altura média em que ocorrem as maiores diminuições durante a ocorrência de eventos de influência do BOA sobre a região Sul do Brasil. Para este estudo, foram selecionados dois eventos durante o período de análise, que ocorreram no dia 29 de setembro de 2009 e outro em 15 de outubro de 2012 Peres et al. (2016).

3) RESULTADOS

Os eventos analisados neste trabalho apresentaram reduções em torno de 9 % (evento do dia 29 Outubro, 2009) e 13 % (15 Outubro, 2012), com relação à média climatológica da TCO utilizada neste trabalho. A figura 1 apresenta o campo de vorticidade potencial em 20 hPa para os dois eventos onde se identifica valores de vorticidade potencial absoluta aumentando (não mostrado aqui) em torno de 120 - 180 UVP.

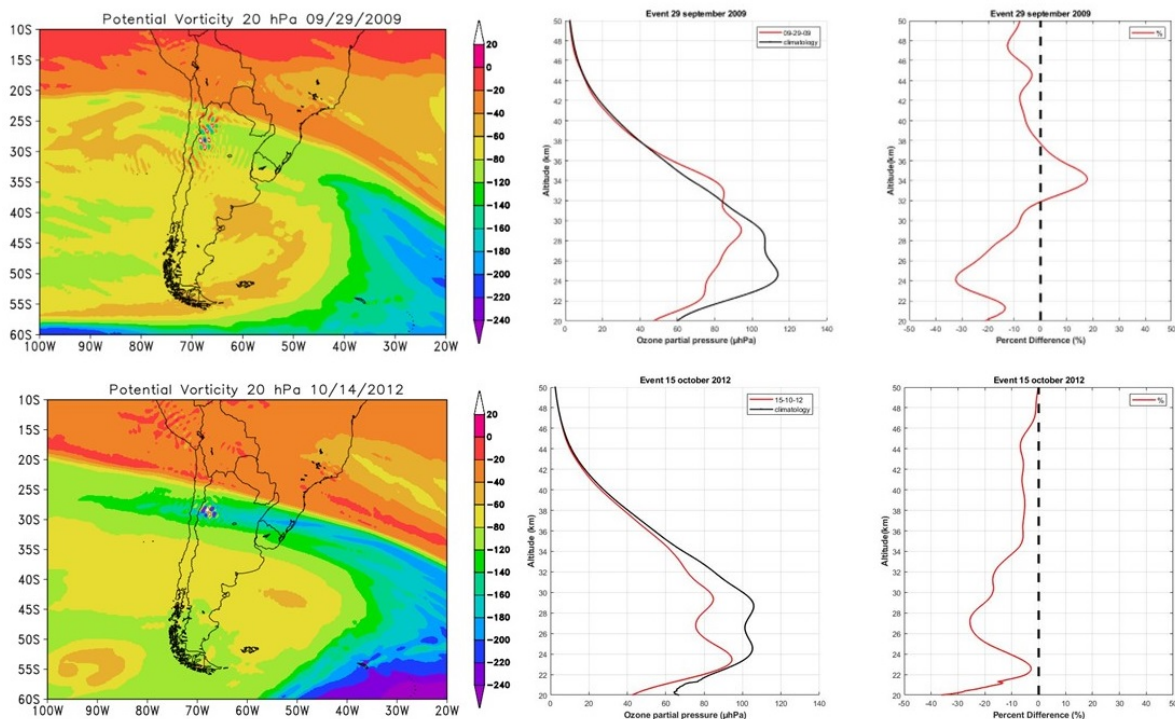


Figura 1: Campo de vorticidade potencial em 20 hPa, e perfil vertical com conteúdo de O₃ para o dia do evento.

Com relação ao comportamento vertical do O₃ para o evento de 2009 o perfil mostrou uma diminuição em torno de 33 % com relação à climatologia para o período de 2002-2018. Além disso, em torno de 24 km de altitude foi a altura em que ocorreu a maior queda do conteúdo de O₃ para o evento de 2009,

enquanto que o evento de 2012 apresentou entre 26 - 28 km de altura uma redução em torno de 26 % para o evento do dia 15 de Outubro 2012 sobre a cidade de Santa Maria/RS.

4) CONCLUSÃO

Os eventos de influência do BOA sob a região Sul do Brasil foram identificados neste trabalho através da análise do banco de dados da coluna total de O₃, campos dinâmicos estratosféricos, através da vorticidade potencial. A importância do perfil vertical nos estudos deste tipo de evento ajudaram a identificar e quantificar a altura média em que esses eventos atingem a região de estudo e também qual a porcentagem média dessa diminuição. Mais estudos relacionando os eventos de influência do BOA e a análise do comportamento vertical do conteúdo de O₃ estão sendo desenvolvidos e de acordo com os resultados apresentados aqui, podem caracterizar como essa diminuição do conteúdo de O₃ ocorre em diferentes níveis verticais da atmosfera.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa CAPES/COFECUB, processo nº 88887 130176 2017 01 pelo apoio financeiro, e ao Programa de Pós Graduação em Meteorologia da UFSM.

REFERENCIAS

Bittencourt, G. D., Pinheiro, D. K., Bageston, J. V., Bencherif, H., Steffemel, L. A., and Vaz Peres, L., 2019: Investigation of the behavior of the atmospheric dynamics during occurrences of the ozone hole's secondary effect in southern brazil. In: *Annales Geophysicae* (pp. 1049–1061). Copernicus GmbH (volume 37).

Hoskins, B. J., McIntyre, M. E., and Robertson, A. W., 1985: On the use and significance of isentropic potential vorticity maps. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 111, 877–946.

Kirchhoff, V., Schuch, N., Pinheiro, D., and Harris, J. M., 1996: Evidence for an ozone hole perturbation at 30 south. *Atmospheric Environment*, 30, 1481–1488.

Peres, L. V., dos Reis, N. C. S., dos Santos, L. d. O., Bittencourt, G. D., Schuch, A. P., Anabor, V., Pinheiro, D. K., Schuch, N. J., and Leme, N. M. P., 2016: Análise atmosférica dos eventos de efeito secundário do buraco de ozônio antártico sobre o sul do brasil em 2012. parte 1: Identificação dos eventos e análise da dinâmica da estratosfera. *Ciência e Natura*, 38, 290–299.

Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N., 1998: From air pollution to climate change. *Atmospheric chemistry and physics*, 1326.