

## ANÁLISE DA CONTAGEM DE DIAS SIGNIFICATIVAMENTE BAIXOS DE COLUNA TOTAL DE OZÔNIO SOBRE O SUL DA AMÉRICA DO SUL

LAÍS SAN MARTINS SCHMALFUSS<sup>1</sup>; GLAUBER LOPES MARIANO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – laisschmalfuss@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – glaubermariano@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O ozônio (O<sub>3</sub>) absorve a radiação ultravioleta do tipo B (UV-B), que é prejudicial à saúde de seres vivos que habitam a superfície e podem causar uma variedade de problemas de saúde aos seres humanos e plantas (WHO, 1994). Estima-se que uma redução de 1% do teor de O<sub>3</sub> provoca um aumento de 1,2% na radiação ultravioleta incidente na superfície da Terra (KRZÝSCIN, 1996). Em 1985 foi identificada uma grande diminuição no conteúdo de ozônio na atmosfera da Antártida (FARMAN, 1985), e constatou-se que essa queda ocorria durante as primaveras do hemisfério sul (HS), e que não se restringia apenas a região Antártica. Segundo KIRCHHOFF (1996), massas de ar pobres em coluna total de ozônio podem se desprender do vórtice sobre a Antártida, e migrar para latitudes mais baixas, principalmente nos meses de primavera no HS, são os efeitos secundários do buraco de ozônio Antártico. Uma análise do comportamento da coluna total de ozônio é realizada a partir de dados do sensor OMI da NASA, para o período entre 2004 e 2011, com resolução temporal média diária e espacial de 1°x1°. Essa análise é realizada a partir da climatologia e limiar elaborados para os meses de outubro e março, para trinta pontos sobre a região sul da América do Sul.

### 2. METODOLOGIA

Foi realizada uma climatologia a partir do cálculo da média sobre a região sul da América do Sul (latitudes entre 20°S e 60°S e longitudes entre 30°W e 80°W). Além do cálculo de um limiar de 1,5 de desvio padrão (equação 1), estabelecido para fins estatísticos (PINHEIRO, 2010). Casos abaixo desse limiar são considerados como quedas significativas de coluna total de ozônio e identificado como um possível evento de efeito secundário do buraco de ozônio Antártico. Foram selecionados trinta pontos, espaçados por 10 graus de latitude e longitude, distribuídos sobre a região sul da América do Sul, com o intuito de observar a abrangência espacial de regiões com decaimento de ozônio comparado a média mensal. Essa contagem foi realizada para os meses de março e outubro, que são os meses que tem a menor e a maior variabilidade meridional de coluna total de ozônio, respectivamente (SCHMALFUSS, 2013).

$$\text{Limiar} = \text{média climatológica} - 1,5 * \text{desvio padrão} \quad (\text{equação 1})$$

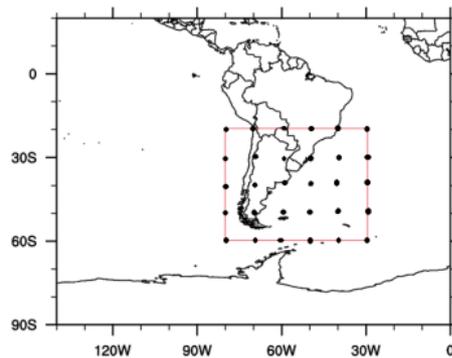


Figura 1: Mapa da América do Sul. Destacada pelo retângulo vermelho a região sul, onde os pontos pretos mostram as latitudes e longitudes escolhidas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 2 representa a climatologia da coluna total de ozônio, para o mês de março (a) e para o mês de outubro (b), em unidades Dobson, para o período compreendido entre outubro de 2004 e dezembro de 2011, a partir dos dados do sensor OMI. O retângulo vermelho mostra a região sul da América do Sul (latitudes entre 20°S e 60°S e longitudes entre 30°W e 80°W), onde estão distribuídos os trinta pontos espaçados em 10° de latitudes e 10° de longitude.

O limiar estabelecido para realizar a seleção de casos com coluna total de ozônio significativamente abaixo da média é mostrado na Fig. 3. Onde a Fig. 3a mostra o limiar para março e a Fig. 3b mostra o limiar para outubro.

A climatologia de março (Fig. 2a) mostra uma variabilidade meridional da coluna total de  $O_3$  de 50UD, e a de outubro (Fig. 2b) de 150UD, entre o pólo e as latitudes entre 40°S e 50°S. Representativas dos meses com menor e maior variabilidade meridional da coluna total de ozônio. O mesmo ocorre para o limiar, que praticamente não varia para o mês de março (Fig. 3a) e para o mês de outubro varia em 120UD, entre as latitudes de 60°S e 40°S.

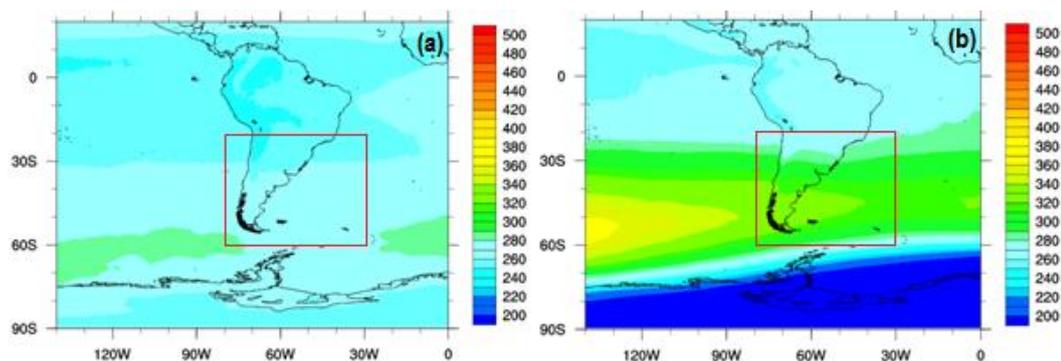


Figura 2: Climatologia da coluna total de ozônio para os meses de (a) março e (b) outubro, para o período entre 2004-2011.

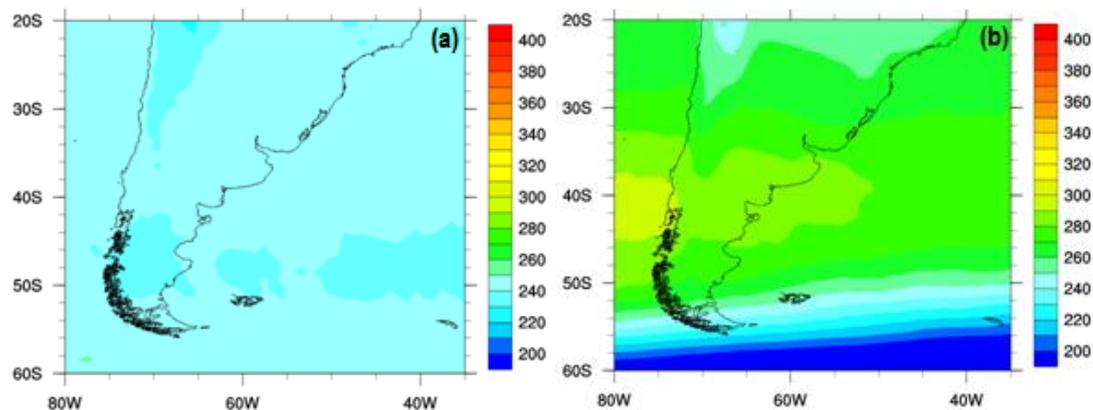


Figura 3: Limiares da coluna total de ozônio para os meses de (a) março e (b) outubro, para o período entre 2004-2011.

As Tabs. 1 e 2 mostram a contagem dos dias abaixo do limiar de classificação, para os meses de março e outubro, respectivamente. O maior número de ocorrências de valores significativamente baixos de coluna total de ozônio estão localizados na faixa latitudinal de 60°S, na contagem realizada para o mês de março (Tab. 1). Um número discrepante ocorre sobre a região próxima ao norte do Chile, onde ocorreram 17 dias com valores abaixo do limiar. Fato que pode estar vinculado à topografia da localidade (Tab. 1). Todos os pontos sobre o Chile tiveram números de dias maiores que o restante do continente. Apenas um ponto sobre a região entre os estados brasileiros do Rio de Janeiro e Espírito Santo teve um número de dias compatível com os do Chile, para o mês de março.

Outubro, por outro lado, mostra um número maior de dias com valores abaixo do limiar (Tab. 2). Tendo mais dias conforme a latitude aumenta. Fato que ocorre devido à existência do buraco de ozônio Antártico durante esse período. Pois com a chegada da primavera, o vórtice que se formou durante o inverno sobre a região fica mais instável, conseguindo expandir-se por uma área maior, e assim atingir as latitudes de 60°S e 50°S. Esse tipo de decaimento da coluna total de ozônio, ocasionado diretamente pelo buraco de ozônio Antártico é interpretado como efeito primário do buraco de ozônio Antártico.

Sobre o continente, a parte central da Argentina (latitude de 40°S) é uma região com um elevado número de dias abaixo do limiar. Esta região é bastante afetada por efeitos secundários do buraco de ozônio Antártico, por se encontrar na rota de passagem das massas que se desprendem do vórtice Antártico, principalmente durante as primaveras. A costa entre o Rio de Janeiro e Espírito Santo, assim como em março, há um valor mais elevado de dias abaixo do limiar (Tab. 2). São 20 dias, em que a coluna total de ozônio esteve abaixo da média para a localidade durante o mês de outubro para o período estudado.

Tabela 1: Número de dias abaixo do limiar de 1,5 desvio padrão, para o mês de março referente ao período 2004-2011.

Lat / Lon	30°W	40°W	50°W	60°W	70°W	80°W
20°S	17	09	07	07	08	03
30°S	09	08	07	07	09	08
40°S	05	09	06	10	02	00
50°S	10	08	06	05	05	04
60°S	10	14	18	11	20	19

Tabela 2: número de dias abaixo do limiar de 1,5 desvio padrão, para o mês de outubro referente ao período 2004-2011.

Lat / Lon	30°W	40°W	50°W	60°W	70°W	80°W
20°S	08	09	11	10	20	14
30°S	12	09	11	09	07	04
40°S	13	22	21	18	16	15
50°S	26	19	24	23	27	29
60°S	11	13	22	30	36	45

#### 4. CONCLUSÕES

Conforme as análises realizadas, foi possível concluir que quanto mais próximo a região do pólo, ou seja, quanto mais próximo a região do buraco de ozônio Antártico, maior o número de ocorrências de dias abaixo do limiar estabelecido. Em outubro, esses maiores números de dias abaixo do limiar ocorrem até latitudes menores, quando comparado ao mês de março. Fato que ocorre devido a existência do buraco de ozônio Antártico durante a primavera. Porém para os dois meses houve maior número de dias sobre o ponto entre o Rio de Janeiro e Espírito Santo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FARMAN, J. C.; GARDINER, B. G.; SHANKLIN, J., D. Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClOx/NOx interaction. **Revista Nature**, v. 315, p. 207-210, mai. 1985.

HANSEN, K. 2008 Ozone Hole Maximum Announced 2010. Acessado em: 09 de nov. 2012. Disponível em:  
[http://www.nasa.gov/topics/earth/features/ozonemax\\_2008.html](http://www.nasa.gov/topics/earth/features/ozonemax_2008.html).

KIRCHHOFF, V. W. J. H.; SCHUCH, N.J.; PINHEIRO, D. K.; HARRIS, J.M. Evidence for an Ozone Hole Perturbation at 30o South. **Atmospheric Environment**, v.30, n.9, p.1481-1488, 1996.

KZRÝSCIN, J.W. UV controlling factors and trends derived from the ground-based measurements taken at Balsk, Poland, 1976-1994. **Journal geophysical Research**. v.101, n.11, p.16797-16804. 1996.

PERES, L. V. **Efeito secundário do buraco de ozônio Antártico sobre o Sul do Brasil**. 2013. 178f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PINHEIRO, D.K; LEME, N.P.; PERES, L.V.; KALL, E. Influence of the Antarctic ozone hole over the south of Brazil in 2008 and 2009. **Annual Activity Report 2010**. National Institute of Science and Tachnology Antarctic Environmental Research. p.33-37. 2010.

SHMALFUSS, L.SM. Análise da coluna total de ozônio para a cidade de Pelotas-RS-Brasil pelos dados do sensor OMI. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA**, 5., Florianópolis-SC, 2013, **Anais...** Florianópolis.

WMO/ UNEP - Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994. Genebra, 1994.