

VARIABILIDADE DO CONTEÚDO DE OZÔNIO EM PARAMARIIBO A PARTIR DE SONDAS DE OZÔNIO DA REDE SHADOZ

Marinete da Silva Ferreira¹, David Mendes², Lucas Vaz Peres³, Damaris Kirsch Pinheiro⁴, Marco Antonio Godinho dos Reis⁵, Gabriela Dornelles Bittencourt⁶, Nelson Bègue⁷, Hassan Bencherif⁸, Maria Paulete Pereira Martins⁹, Francisco Raimundo da Silva¹⁰

netesilvaferreira@gmail.com. Autora correspondente.

^{1,4,5,6} Universidade Federal de Santa Maria - (UFSM)

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte – (UFRN)

³ Universidade Federal do Oeste do Pará – (UFOPA)

^{7,8} LACy, Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones, Université de La Réunion

^{9,10} INPE, Brazilian National Institute for Space Research, Brazil

Palavras chave: Perfil Vertical, Variabilidade, Ozônio estratosférico.

1 INTRODUÇÃO

Os gases-traço são de grande relevância para os estudos ambientais devido às suas grandes emissões na atmosfera terrestre, compondo 1% do total da composição química da atmosfera, sendo O₃ (ozônio), CO (monóxido de carbono) e SO₂ (dióxido de enxofre) alguns dos gases-traço determinantes para observações na química da atmosfera (SEINFELD; PANDIS, 1998).

As taxas de produção de ozônio são mais altas no equador e a cerca de 40 km de altitude, enquanto o pico de concentração localiza-se em latitudes mais em direção aos polos. As máximas concentrações de ozônio, mesmo no equador, localizam-se a cerca de 25 km ao invés de 40 km, onde a taxa de produção é mais alta. Nos polos, a concentração máxima de ozônio está em altitudes abaixo de 25 km. Os dispositivos de ozoniossonda com célula de concentração eletroquímica (ECC) são usados para fornecer medições de perfil de ozônio sobre a estação de Paramaribo investigadas neste trabalho. Essas estações fazem parte da rede Southern Hemisphere ADDitional Ozonesondes (SHADOZ) (RAO et al., 2003 ; KIVI et al., 2007 ; GEBHARDT et al., 2014). Objetivo é mostrar como o ozônio estratosférico se comporta, através da série mensal, climatologia e anomalia.

2 METODOLOGIA

Paramaribo é a capital do Suriname (6°N,55°W), situa-se na zona norte do país, é atualmente uma das três únicas estações de medição de ozônio nos trópicos do Hemisfério Norte (NH) e a única na região equatorial do Atlântico. Para a presente pesquisa, foram utilizados 21 anos de dados (1998-2018) de perfil vertical de ozônio da rede SHADOZ, para as alturas de 18 a 30km. Com o propósito de se caracterizar a variabilidade sazonal das estações de estudo, a partir dos valores diários, foram calculados os valores médios de cada mês e a climatologia mensal através do cálculo de médias e respectivos desvios padrões conforme as equações 1 (série temporal), 2 (média) e 3 (desvio padrão).

$$X = [x_1 x_2 \dots x_n] \quad (1) \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X \quad (2) \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}} \quad (3)$$

X é a série de dados, \bar{X} é a média aritmética, $\sum X$ é o somatório dos valores de x na amostra, n é o tamanho da amostra, σ é o desvio padrão e x_i os valores da amostra.

A anomalia foi encontrada através do seguinte cálculo: Anom=valor mensal-climatologia

3 RESULTADOS

Os dados da Figura 1, estão em razão de mistura (OMR) em todas as alturas para Paramaribo (18 a 30km) de 1998-2018. A Figura mostra a série mensal do perfil vertical de O_3 da rede SHADOZ, onde observa-se mais variabilidade de O_3 entre 27 e 30 km, na faixa de 9 a 12 ppmv, isso acontece porque é nessa região que está localizada o maior conteúdo de O_3 . Sendo que na faixa de 29 km, tem pouco máximos, pode-se observar um em 2004 outro em 2013.

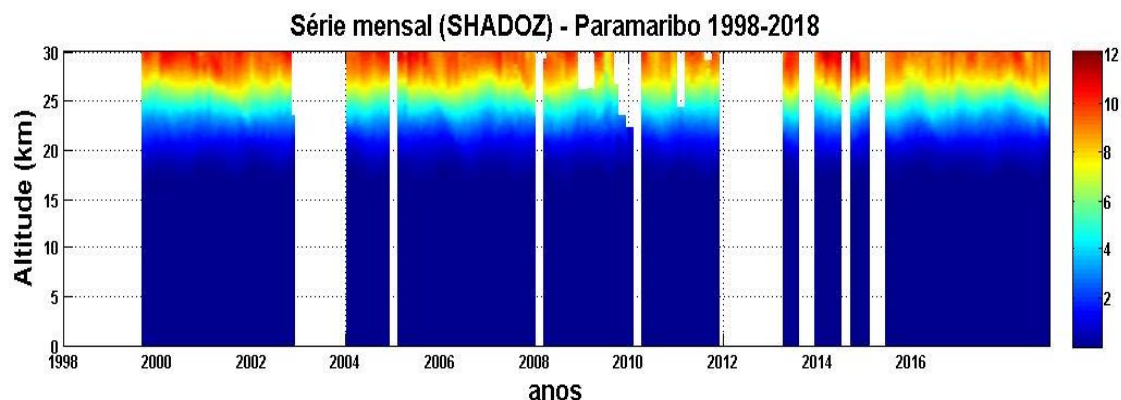


Figura 1: Série mensal do perfil vertical em de 0 a 30 km para Paramaribo, 1998-2018

Observa-se que a maior variabilidade de O_3 é encontrado na região estratosférica entre 26 e 30 km (entre 7 e 10 ppmv) (Figura 2a), com uma razão de mistura mais intensa de O_3 entre 28 e 30 km de altura, entre os meses de fevereiro a maio, e entre agosto e novembro. Os dados foram analisados em termos de razão de mistura de O_3 . As menores concentrações de O_3 foram observadas entre os meses de junho e julho (entre 9 e 10 ppmv). Na Figura 2b, observar -se desvio padrão não muito alto entre 25 e 30, sendo que em 29 km foi mais intenso, principalmente nos meses entre fevereiro e novembro, os outros meses tem-se uma baixa.

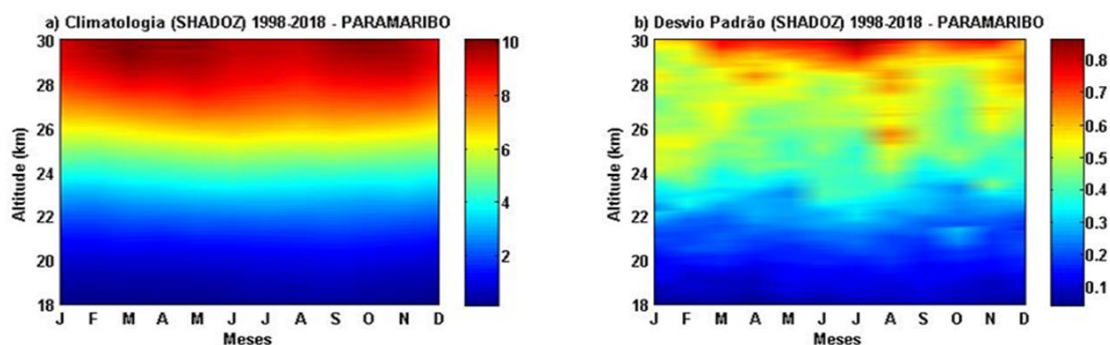


Figura: (a) Climatologia mensal do perfil vertical em de 0 a 30 km para Paramaribo, 1998-2018. (b) desvio padrão para o mesmo período.

Ao analisar os perfis da anomalia de O_3 , observa-se picos de anomalias de O_3 entre 23 e 30 km (Figura 3). Nos anos de 2000/2001, 2004/2005 e 2013/2014, detectou-se anomalias intensas, sendo que a de 2001 foi muito mais intenso. Os outros anos tiveram anomalias, mas com menos intensidade. Os mínimos aconteceram entre 2008 e 2011, e 2015 a 2017, esses anos tiveram uma amplitude muito fraca. Essa anomalia vai oscilando entre positivo e negativo ao longo da série. Thompson, et al. (2003), mostraram que uma mistura de influências dinâmicas e químicas, pode determinar padrões sazonais de ozônio troposfera livre em todas as estações SHADOZ.

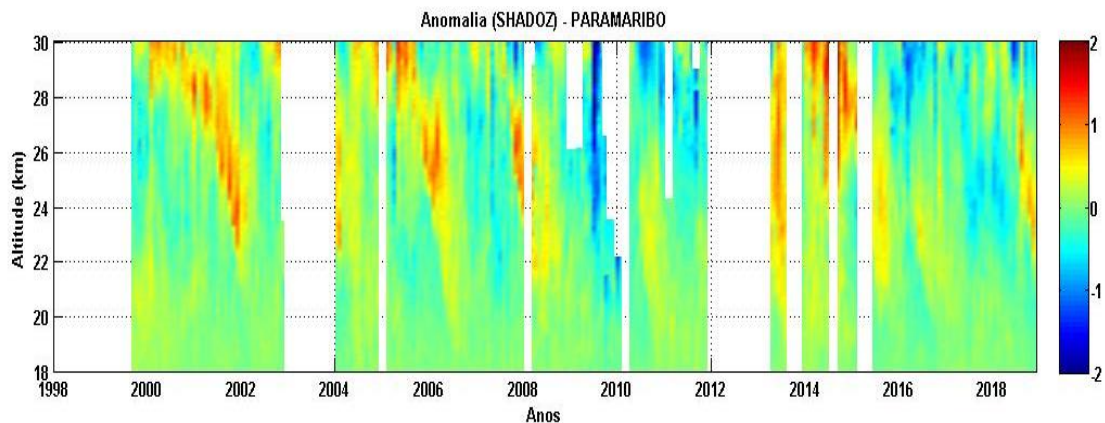


Figura 3: Perfis de anomalias de ozônio entre altitudes de 0 a 30 km para a estação de Paramaribo.

4 CONCLUSÃO

O estudo aplicado a longo prazo (1998-2018) em Paramaribo usando dados de perfil de ozoniossonda de O_3 em razão de mistura. Os resultados mostraram que os picos com mais intensidades de O_3 foi na faixa de 27 a 30km e a climatologia para essas mesmas alturas mostra que as maiores concentrações de O_3 em razão de mistura foram entre fevereiro e abril e as menores entre maio e julho com desvio padrão alto entre 25 e 30 km. Isso acontece porque a razão de mistura e a distribuição vertical do ozônio podem variar com a latitude e com as estações do ano, e são influenciadas pela dinâmica da estratosfera. O perfil de anomalia mostra que elas têm uma variação a cada dois anos, com alguns anos mais fortes, elas são influenciadas por um fenômeno interanual (oscilação quase bienal).

REFERÊNCIAS

GEBHARDT, C., ROZANOV, A., HOMMEL, R., WEBER, M., BOVENSMANN, H., BURROWS, J. P., ... & THOMPSON, A. M. (2014). Stratospheric ozone trends and variability as seen by SCIAMACHY from 2002 to 2012. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14(2), 831-846.

KIVI, R. et al. Ozonesonde observations in the Arctic during 1989–2003: Ozone variability and trends in the lower stratosphere and free troposphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 112, n. D8, 2007.

RAO, T. NARAYANA et al. Climatology of UTLS ozone and the ratio of ozone and potential vorticity over northern Europe. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 108, n. D22, 2003.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. Nova York: John Wiley and Sons, 1998.

THOMPSON, A. M. et al. Southern hemisphere additional Ozonesondes (SHADOZ) 1998–2000 tropical ozone climatology 1. Comparison with Total ozone mapping spectrometer (TOMS) and ground-based measurements. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 108, n. D2, 2003.