

Guia do Usuário (versão 1.0)

PROJETO DE MONITORAMENTO
DO IUV E OZÔNIO

UVSIM (UltraViolet Simplified Model)
OFP (Ozone Forecast Package)

por

Marcelo de Paula Corrêa
(mpcorrea@cptec.inpe.br)

Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais
CPTEC / INPE

Novembro 2003

Resumo

1. UVSIM – Ultraviolet Simplified Model (Modelo Simplificado para Radiação Ultravioleta)
2. OFP – Ozone Forecast Package (Pacote para previsão do conteúdo de ozônio)
3. Compilando e executando o programa
4. O modelo operacional

UVSIM (UltraViolet Simplified Model)

Características:

Modelo computacional baseado no método de dois fluxos para cálculos de irradiâncias na região espectral ultravioleta.

Descrição do pacote computacional (Fortran 90):

- UVSIM.F – Programa principal
- RAYLEIGH.F – Cálculo do espalhamento molecular. Bucholtz, A. Rayleigh-scattering calculation for the terrestrial atmosphere. Appl. Opt. 34(15), 2765-73, 1995.
- TRANSRAY.F – Cálculo da transmitância global e albedo atmosférico molecular. Vermote, E. e D. Tanré. Analytical expressions for radiative properties of planar Rayleigh scattering media, including polarization contributions. JQSRT, 47(4), 305-314, 1992.
- TRANSAER.F – Cálculo da transmitância global e albedo atmosférico para os aerossóis. King, MD e Harshvardhan. Comparative accuracy of selected multiple scattering approximations. JAS, 43(8), 784-801, 1986.; Harshvardhan e MD King. Comparative accuracy of diffuse properties computed using selected multiple scattering approximations JAS, 50(2), 247-259, 1993.; Joseph, JH, WJ Wiscombe e JA Weinman. The delta-Eddington approximation for radiative flux transfer. JAS, 33, 2452-59, 1976.
- ERITEMA.F – Cálculo da irradiância eritêmica baseada na resposta espectral da pele humana. Mc Kinley, A.F. e B.L. Diffey. A reference spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. CIE-Journal, V.6, n.1, p.17-22, 1987.
- CMF.F – Cálculos do IUV sob condições de nebulosidade. Vanicek, K., T. Frei, Z. Litynska and A. Schmalwieser (2000). UVIndex for the Public. A guide for publication and interpretation of solar UV Index forecasts for the public prepared by the Working Group 4 of the COST-713 Action. Office for official publications of the European Communities, Belgium. Available from: <http://www.bag.admin.ch/strahlen/nonionisant/pdf/e/dossier-cost.pdf>
- MASSAOPT.F – Cálculo da massa óptica. Tomasi et al. Relative optical mass functions for air, water vapour, ozone and nitrogen dioxide in atmospheric models

presenting different latitudinal and seasonal conditions. Met. Atmos. Phys., 65, 11-30, 1998.

- PSOL.F – Cálculo da posição do disco solar. Michalsky, JJ. Solar Energy, 40(3), 227-235, 1988.
- SOMA.F – Sub-rotina para realizar a integração espectral.

Parâmetros de entrada:

- Temporais: Hora local e minutos (HORA – HH [00,12], MIN – MM [00,59]), Day (DIA – DD [1,31]), Month (MES – MM [1,12]), Year (ANO – YYYY), diferença UTC (DGMT – UU [0,12]). (Obs.: O modelo operacional roda para o meio-dia solar local. Isto é, mínimo ângulo solar zenital.
- Geográficas: Latitude (LAT – LLL [0,90]), Longitude (LON – LLL [0,90]), Pressão atmosférica (PATM – PPPP [> 0]), Albedo de superfície (ALBSPF – AA [0,1])
- Conteúdo de ozônio (OZONIO – OOO [> 0])
- Aerossóis: Profundidade óptica (AOD – [> 0]), Albedo simples (ω_0 – [0,1]), parâmetro de assimetria (g – [0,1]).

Irradiâncias diretas (F_{dir}):

$$F_{\text{dir}} = F_0 T_R T_a T_{O_3} \quad F_{\text{dirH}} = \frac{F_{\text{dir}}}{\mu_0}$$

Transmitâncias diretas (T_i):

$$T_R = \exp\left(-\frac{\tau_R}{\mu_0}\right) \quad T_a = \exp\left(-\frac{\tau_a}{\mu_0}\right) \quad T_{O_3} = \exp\left(-\frac{k_{O_3} N}{\mu_0}\right)$$

Irradiâncias globais (F_{glo}):

$$F_{\text{glo}} = F_0 T_{G\text{atm}} \mu_0 \mathfrak{S}_{O_3} \left(\frac{1}{1 - A_{\text{spf}} A_{\text{atm}}} \right) = F_0 T_{GR} T_{Ga} T_{GO_3} \left(\frac{1}{1 - A_{\text{spf}} A_{\text{atm}}} \right) \mu_0$$

$\left(\frac{1}{1 - A_{\text{spf}} A_{\text{atm}}} \right) \rightarrow$ Fator de amplificação devido à reflexão de uma superfície Lambertiana (Lenoble, App.Opt., 37,12, 2441-7, 1998). Ocorre na radiação difusa, porém com impacto sobre a global.

Transmitâncias globais (T_{Gi}):

$$T_{GR} = \frac{\left(\frac{2}{3} + \mu_o\right) + \left[\left(\frac{2}{3} - \mu_o\right) \exp\left(-\frac{\tau_R}{\mu_o}\right)\right]}{\left(\frac{4}{3} + \tau_R\right)} \quad (\text{Eq.4, Vermote e Tanré, JQSRT, 47(4),1996})$$

$$T_{Ga} = e^{-\tau/\mu_o} \left\{ 1 - \frac{\omega_o}{(1 - k^2 \mu_o^2)[(k + \gamma_1)e^{k\tau} + (k - \gamma_1)e^{-k\tau}]} \times \right. \\ \left. \left[(1 + k\mu_o)(\alpha_1 + k\gamma_4)e^{k\tau} - (1 - k\mu_o)(\alpha_1 - k\gamma_4)e^{-k\tau} - 2k(\gamma_4 + \alpha_1\mu_o)e^{\tau/\mu_o} \right] \right\}$$

onde:

$$\alpha_1 = \gamma_1\gamma_4 + \gamma_2\gamma_3$$

$$\alpha_2 = \gamma_1\gamma_3 - \gamma_2\gamma_4$$

$$k = (\gamma_1^2 - \gamma_2^2)^{1/2}$$

Coefficientes γ_i para aproximações dois-fluxos (delta-Eddington, Joseph et al., 1976):

$$\gamma_1 = \frac{1}{4}[7 - \omega'_o(4 + 3g')]$$

$$\gamma_2 = -\frac{1}{4}[1 - \omega'_o(4 - 3g')]$$

$$\gamma_3 = \frac{1}{4}(2 - 3g'\mu_o)$$

$$\gamma_4 = 1 - \gamma_3$$

onde:

$$\tau' = (1 - \omega_o f)\tau$$

$$\omega'_o = \frac{(1 - f)\omega_o}{1 - \omega_o f}$$

$$g' = \frac{g - f}{1 - f}$$

$$f = g^2$$

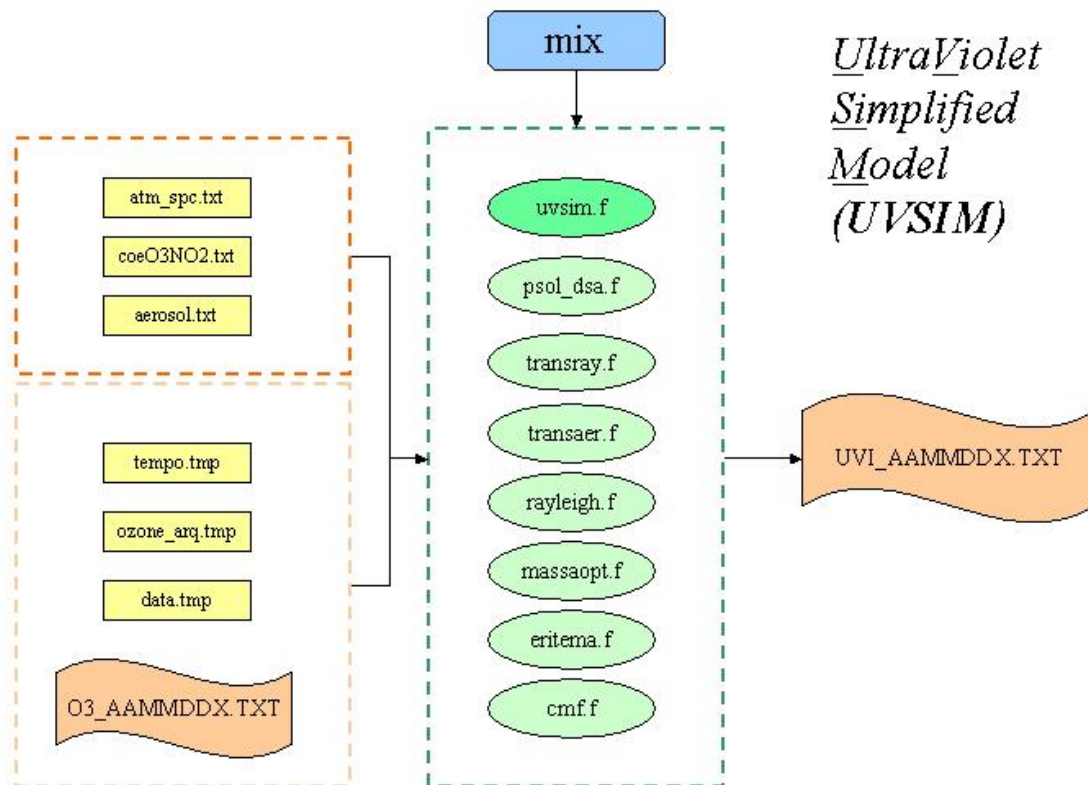
Refletância da atmosfera (R_i):

$$R_{G_{atm}} = R_{GR} + R_{Ga}$$

$$R_{GR} = \tau_R \left[\frac{1 - \exp(-2\tau_R)}{2 + \tau_R} \right]$$

$$R_{Ga} = \frac{\omega_o}{(1 - k^2 \mu_o^2) [(k + \gamma_1) e^{k\tau} + (k - \gamma_1) e^{-k\tau}]} \times \left[(1 - k\mu_o)(\alpha_2 + k\gamma_3) e^{k\tau} - (1 + k\mu_o)(\alpha_2 - k\gamma_3) e^{-k\tau} - 2k(\gamma_3 + \alpha_2 \mu_o) e^{-\frac{\tau}{\mu_o}} \right]$$

Diagrama de funcionamento



2. OFP (Ozone Forecast Package)

Características:

Modelo computacional para previsão de ozônio baseado em medidas prévias das tendências d conteúdo de ozônio, geopotencial (500 and 100hPa) e temperatura (50hPa). Baseado no trabalho de Long et al., 1996 (Bull. of the Am. Met. Soc., 77(4), 729-748).

A coluna total de ozônio está correlacionada positivamente com o campo de temperatura em 50hPa (T_{50}) e, em menor grau, negativamente com os campos de altura geopotencial em 100 e 500hPa (Z_{100} and Z_{500} , respectivamente). As variações do campo de ozônio em relação aos campos de temperatura e geopotencial de 2 dias anteriores (anteontem) ($t - 2$) para um dia anterior (ontem) ($t - 1$) serão aplicadas para determinar as mudanças no campo de ozônio para a previsão (amanhã) ($t + 1$). Essa idéia é resumida nas equações seguintes:

$$O_3^{t+1} = O_3^{t-1} + \Delta O_3 \quad (1)$$

onde

$$\Delta O_3 = a\Delta Z_{500} + b\Delta Z_{100} + c\Delta T_{50} \quad (2)$$

e,

$$a \approx \frac{\delta O_3}{\delta Z_{500}}, \quad b \approx \frac{\delta O_3}{\delta Z_{100}} \quad \text{and} \quad c \approx \frac{\delta O_3}{\delta T_{50}} \quad (3)$$

(3) $\rightarrow$ (2)

$$\Delta O_3 = \delta O_3 \left(\frac{\Delta Z_{500}}{\delta Z_{500}} + \frac{\Delta Z_{100}}{\delta Z_{100}} + \frac{\Delta T_{50}}{\delta T_{50}} \right) \quad (4)$$

Nestas equações:

$$\Delta \rightarrow X^{t+1} - X^{t-1} \quad (\text{“amanhã”} - \text{“ontem”})$$

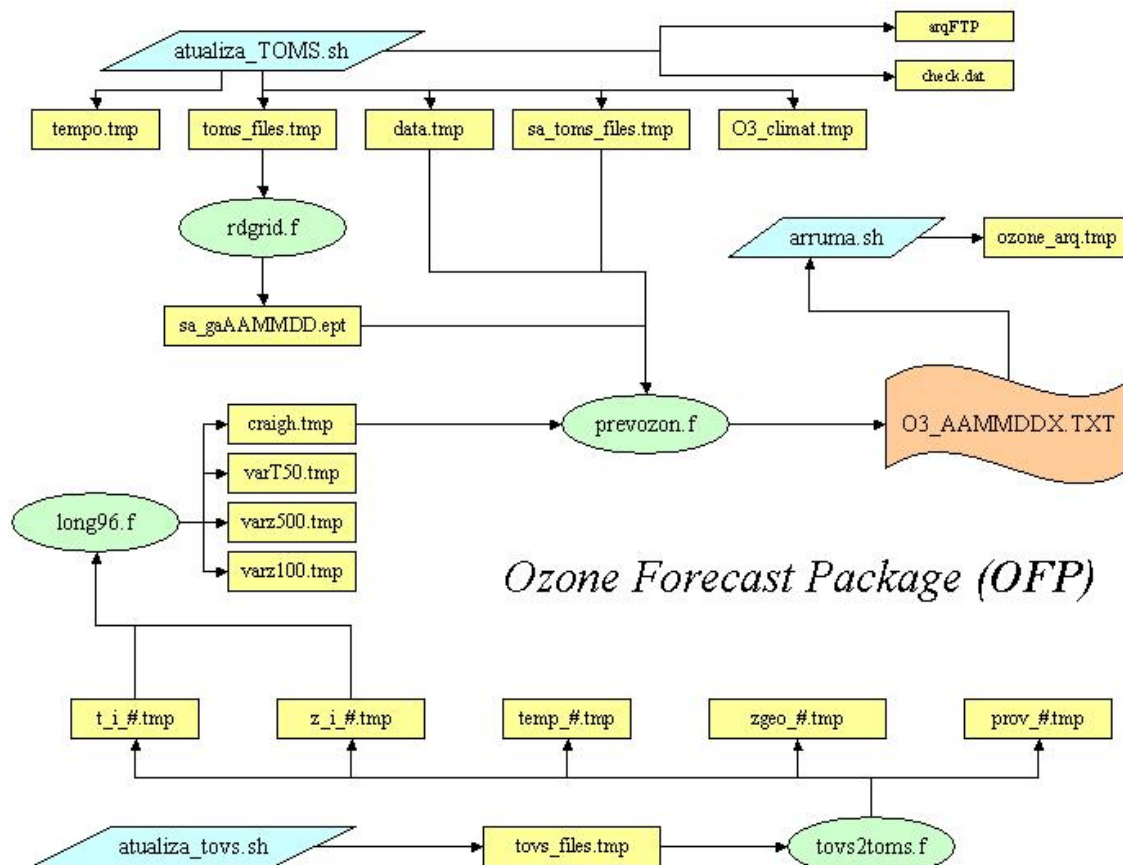
$$\delta \rightarrow X^{t-1} - X^{t-2} \quad (\text{“ontem”} - \text{“anteontem”})$$

Estes cálculos levam em conta as medidas de ozônio realizadas pelo sensor TOMS e as análises e previsões de sondagens ATOVS.

Descrição do pacote computacional (Fortran 90):

- o3pack.f – Programa principal
- rdgrid.f – A primeira parte desse programa, adaptado do modelo oferecido pela NASA, converte os dados TOMS da escala global para uma grade referente a América do Sul. A segunda parte, desenvolvida na DSA, visa substituir os “zeros” e falhas nas medidas de ozônio através de interpolações na própria grade.
- tovs2toms.f – Converte os dados GAMTOVS (binário – 81x63 points) em dados no formato TOMS (ASCII – 76x46 points).
- long96.f – Calcula o termo entre parênteses da equação 4.
- prevozon.f - Calcula ΔO_3 (equação 4) e a previsão do ozônio (equação 1).

Diagrama de funcionamento



3. Compilando e executando o programa

- Compilação:

UVSIM:

```
f90 -c uvsim.f eritema.f massaopt.f cmf.f transray.f transaer.f rayleigh.f psol_dsa.f  
soma.f
```

```
f90 -o uvsim.x uvsim.o eritema.o massaopt.o cmf.o transray.o transaer.o rayleigh.o  
psol_dsa.o soma.o
```

OFP:

```
f90 -c o3pack.f prevozon.f rdgrid.f tovs2toms.f long96.f
```

```
f90 -o OFP.x o3pack.o prevozon.o rdgrid.o tovs2toms.o long96.o
```

- Rodando o programa (para maiores informações acompanhe o diagrama):

1°) OFP.x

2°) uvsim.x

4. O modelo operacional

Chamadas automáticas:

/uvsim

- o plotgraf.sh – Chama os “.gs” para o grads.
- o fazgif_O3.gs – Gráficos para a previsão do ozônio.
- o fazgif_uv.gs – Gráficos para a previsão do UVI.
- o transf_tucupi.sh – Transfere arquivos para o servidor da homepage.

/uvsim/ozone

- o arruma.sh – Organização dos arquivos.
- o atualiza_tovs.sh – Download arquivos TOVS.
- o atualiza_TOMS.sh – Download arquivos TOMS.

Arquivos de saída:

/uvsim

Arquivos de previsão – formato: “sufixo_YYMMDDX.extensão”

. “X” pode ser:

- o P – previsão
- o V – verificação

.sufixo pode ser:

- o UVI
- o O3

.extensão pode ser:

- o *.TXT (para as pastas “/results_O3” ou “/results_UVI”)
- o *.BIN (para as pastas “/results_O3” ou “/results_UVI”)
- o *.ctl (para as pastas “/results_O3” ou “/results_UVI”)
- o *.gif (para as pastas “/UVI_gifs” ou “/ozone_gifs”)

/uvsim/ozone

- o *.tmp – Arquivos temporários. Variam diariamente de acordo com os cálculos. Favor verificar os programas para obter maiores informações
- o GDSAGLB.....grd – arquivos TOVS.
- o gaAAMMDD.ept – arquivos TOMS.
- o sa0_ gaAAMMDD.ept – arquivos TOMS (grade para América do Sul).

O sa_gaAAMMDD.ept – arquivos TOMS corrigidos para eliminação de “zeros” e problemas (grade para América do Sul).