



## ARQUIVOS DE RADIAÇÃO SOLAR ESTIMADA POR SATÉLITE

### Séries pentadais para a América do Sul

Versão V02: modelo GL1.2, Janeiro 1996 - Dezembro 2006

Juan Carlos Ceballos (\*)

Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais

CPTEC/INPE Julho de 2007

**Resumo.** Este documento contém informação descritora de arquivos binários fornecendo séries de médias pentadais de irradiação diária para a região da América do Sul. A fonte das séries foram as estimativas com o modelo GL1.2 aplicado a imagens no canal visível dos satélites geoestacionários GOES8 e GOES12. A versão V02 dos arquivos contém o intervalo Janeiro 1996 a Dezembro 2006.

**Abstract.** This document provides information about binary files obtained from time series of pentadic (5 day) averages of daily mean solar irradiance throughout South American area. The source for these time series was the GL1.2 model applied to GOES8 and GOES12 VIS channel imagery. Version V02 of time series files accounts for the interval January 1996 to December 2006.

### Introdução

A DSA/CPTEC recebe e dissemina imagens dos satélites GOES desde a década de 1980. Desde então, as versões das imagens disseminadas foram variadas (fotografias; imagens impressas; imagens enviadas por fax). O seu armazenamento como arquivos digitais duradouros data da década de 1990. A série aqui utilizada aproveitou os arquivos digitais disponíveis desde janeiro de 1996 (GOES 8) até dezembro de 2006 (GOES 12)(\*\*). As imagens correspondem à América do Sul. Até setembro de 1997, os pixels eram amostrados a cada 10 km aproximadamente, fornecendo um campo de 512 x 512 informações. A partir de outubro 1997, um novo sistema de recepção forneceu imagens em resolução completa do sensor GOES Imager (um pixel a cada quilômetro no canal VIS, e em torno de 4 km nos outros canais), a cada meia-hora ou hora. A partir de abril de 2003 e até março de 2007, o GOES 8 foi

---

\* São co-autores desta série de dados Marcus Jorge Bottino, Amanda Monteiro Galvão e Marcos Lima Rodrigues, no processamento operacional de dados diários e na posterior programação de amostragem e geração de séries pentadais.

\*\* Uma Versão 01 desta série inclui os dados entre outubro de 1987 e março de 2005. A série V01 de radiação solar e sua documentação está disponível na mesma página internet do CPTEC, satélite → radiação solar e terrestre

substituído pelo GOES 12.

As imagens do canal VIS foram utilizadas para estimar radiação solar à superfície a partir do modelo GL1.2 do CPTEC (Ceballos et al., 2004). O processamento gerou um acervo de dados com tamanho considerável (um mês de valores semihorários e horários do modelo para América do Sul, em alta resolução, requer de 3 GB de armazenamento compactado). As distribuições geográficas da radiação diária e de sua média mensal vêm sendo descritas na página internet do CPTEC <http://satelite.cptec.inpe.br/> (item **radiação solar e terrestre** → solar global diária).

### **Características espaciais da estimativa de irradiância**

A resolução espacial das imagens GOES Imager é de aproximadamente 4 km no nadir do satélite, para os sensores de infravermelho. O visível tem 1 km de resolução (16 pixels por cada pixel do infravermelho) mas é amostrado, de forma que a informação resulta ser de um-a-um entre os canais VIS e IV. O modelo GL1.2 avalia a irradiância (instantânea) para cada pixel VIS, mas informa o valor médio de 3x3 pixels em torno dele. Este procedimento tende a evitar problemas de navegação (localização geográfica), assim como contribui a fornecer um valor representativo da irradiância solar média durante meia hora (assume-se uma *hipótese ergódica*: a média espacial instantânea em 3x3 pixels seria representativa da média temporal local durante um dado intervalo de tempo. Um percurso de 12 km pode ser associado a 20-30 minutos de deslocamento de nuvens. Esse intervalo é da ordem do tempo de vida de uma nuvem cumulus). Este procedimento contribui para dar maior confiabilidade à integral diária de irradiância. Para o período janeiro 1996 a setembro 1997, a degradação dos arquivos reduziu a resolução do modelo a 0,12°.

Para fins de estudos do regime de radiação e para outras finalidades climatológicas, foram realizadas médias diárias sobre células de 0,4° x 0,4°, e médias subseqüentes sobre 5 dias (pêntadas). Dessa forma, o arquivo resultante para 11 anos de dados não ultrapassa 100 MB. Para facilidade ainda maior de processamento, foram gerados recortes para cinco regiões da América do Sul, como indicado na Tabela abaixo.

### **Informações sobre os recortes - versão V02**

Data da primeira pêntada: 01-05 de Janeiro de 1996

Data da ultima pêntada: 27-31 de Dezembro de 2006

Total de pêntadas: 803.

Recortes fornecidos como arquivos binários comprimidos com gzip:

- 1. América do Sul: GL12g\_AS\_04pentad\_V02.bin.gz
- 2. Amazônia: GL12g\_AZ\_04pentad\_V02.bin.gz
- 3. Nordeste: GL12g\_NE\_04pentad\_V02.bin.gz
- 4. SulSudeste: GL12g\_SE\_04pentad\_V02.bin.gz
- 5. Argentina: GL12g\_AR\_04pentad\_V02.bin.gz

O código dos nomes é:

GL1.2 = modelo;

g = radiação global;

XX = região;

04pentad = resol. 0,4° e pântada;

V02 = versão 02;

bin.gz = arquivo binário, compressão gz.

Região	Ctl	Latitudes	Longitudes	nlinhas	ncolunas	Comp.gz
1. América do Sul	x	-50,0 +21,6	-100,0 -28,0	180	180	64.95MB
2. Amazônia	x	-15,0 +10,0	-75,2 -44,8	64	77	11.92MB
3. Nordeste	x	-20,0 +0,00	-50,0 -30,0	51	51	6.25MB
4. SulSudeste	x	-33,2 -12,8	-55,2 -34,8	52	52	6.56MB
5. Argentina, Chile, Uruguai	x	-48,0 -18,0	-80,0 -44,0	76	91	16.15MB

Indica-se latitude e longitudes (*centrais*) inicial e final das células da grade. Cada região possui dois arquivos:

1) arquivo binário escrito como REAL de 4 bytes, na ordem de ncolunas, em nlinhas, em npentads: ou seja, uma matriz tridimensional G(1:ncolunas, 1:nlinhas, 1:npentads). Uma rotina em Fortran leria o arquivo da América do Sul segundo o exemplo seguinte:

```
NomeArquivo = "GL12g_AS_04pentad_V02.bin"
```

```
nlinhas= 180; ncolunas= 180; npentads= 803
```

```
tamanho= nlinhas * ncolunas * npentads
```

```
REAL G(ncolunas, nlinhas, npentads)
```

```
OPEN (1, FILE= NomeArquivo, ACCESS= "direct", FORM= "unformatted" RECL= 4*tamanho)
```

```
READ (1,REC=1) G
```

```
CLOSE (1)
```

2) arquivo descritor do GrADS (.ctl)

**Nota:** Todos os arquivos podem ser baixados diretamente, exceto o da América do Sul. Para ter acesso a este último, enviar e-mail ao atendimento ao usuário, em [aless@cptec.inpe.br](mailto:aless@cptec.inpe.br)

## Observações aos arquivos pentadais

- 1) Cada ponto de grade (LAT, LON) apresenta a irradiância média durante 5 dias para uma área (célula) de 0,4 x 0,4 graus, centrada em (LAT, LON).
- 2) Tem-se uma seqüência de 803 matrizes de ncolunas x nlinhas, uma matriz para cada pântada.
- 3) as linhas estão escritas em ordem decrescente de latitude, ou seja, a primeira linha corresponde à latitude superior (mais ao norte)
- 4) as colunas estão ordenadas em ordem crescente de longitude.
- 5) Para uma célula com coordenadas (lat, lon) na p-ésima pântada, a linha Lin e coluna Col assim como o valor da irradiância Gx serão:

```
Col = Int((lon - LonI) / 0,4) + 1
Lin = nlinhas - Int((lat - LatI) / 0,4)
Gx = G(Col, Lin, p)
```

onde LatI= latitude inicial, LonI= longitude inicial.

- 6) Na construção das matrizes G, o cálculo da média numa pântada admitiu pelo menos um dado dentre 5. Caso contrário, foi indicada uma pântada faltosa com valor nulo de irradiância:  $G(\text{col}, \text{lin}, p) = 0$ .

## Observações à acurácia do modelo

A aplicação do GL1.2 pentadal permite caracterizar de forma bastante clara os comportamentos regionais do regime de radiação solar (ver p.ex. Ceballos *et al.*, 2005). Assim, sua utilização climatológica parece promissora. Para fins de aplicação em problemas quantitativos concretos (como a estimativa de potencial solar ou de evaporação potencial), deve-se mencionar que o modelo GL contém algumas hipóteses simplificadoras que estão descritas em Ceballos *et al.* (2004) e resumidas na página internet de Radiação Solar e Terrestre. Elas podem ter influência em circunstâncias especiais. A comparação com uma rede de instrumentos solarimétricos (plataformas coletoras de dados: PCDs) tem mostrado que, por exemplo,

1.

Existe um ciclo anual do desvio médio  $\langle \text{GL} - \text{PCD} \rangle$  com média de  $5 \text{ W.m}^{-2}$  e amplitude da ordem de  $10 \text{ W.m}^{-2}$ . Parte deste ciclo podia dever-se a uma estimativa errada da distância Terra-Sol para correção da constante solar. Este eventual erro foi corrigido com relação à Versão 01.

2.

A mudança do satélite GOES 8 para o GOES 12 (em abril de 2003) introduziu um desvio adicional, associado erros de calibração e à degradação natural do canal VIS. Esta correção era sistematicamente aplicada ao GOES 8, e foi incorporada ao GOES 12 a partir de agosto de 2005. As imagens GOES 12 produzidas entre abril de 2003 e julho de 2005 estão sendo reprocessadas a fim de aplicar a correção por degradação. Genericamente, a comparação com os dados da rede de PCDs sugere que um desvio médio de  $+15 \text{ W.m}^{-2}$  foi introduzido pelo erro na calibração.

3.

O modelo GL1.2 considera valores  $w_2$  de água precipitável constantes sobre grandes áreas. Esta simplificação pode introduzir erros em regiões com valores elevados de umidade (como a Amazônia), ou com períodos secos e umidade inferior à prevista (como no inverno do Sudeste do Brasil). Resultados preliminares de uma versão GL1.3 (que

inclui a distribuição geográfica diária de  $w_2$ ) sugerem que o impacto não é predominante com relação a outras fontes de erro.

4.

O impacto de desprezar o aerossol no modelo, está em análise. Em primeira instância observa-se que as regiões com queimadas intensas (como a Amazônia) apresentam um efeito de compensação: ou uma camada de fumaça espessa é interpretada pelo canal VIS como uma nuvem e sua refletância introduz um efeito de decremento da radiação global, ou a nebulosidade real tende a mascarar a presença e os efeitos do aerossol sobre a irradiância. Uma análise deste efeito encontra-se em Miranda e Ceballos (2006).

Algumas análises mensais do comportamento do modelo GL encontram-se na página internet satélite → radiação solar e terrestre → validações.

### Referências bibliográficas

- \*Bottino, M.J., S.Villas Boas Neto. 2006. Estimativa de radiação solar por satélite: Processamento da série temporal de janeiro de 1996 a setembro de 2002 e abril e maio de 2003. *Climanálise*, ano 3 num 1, 28-35.
- +Ceballos, J.C., M.J. Bottino, R. Righini. 2005. Radiación solar en Argentina estimada por satélite: Algunas características características espaciales y temporales. *IX Congremet*, Buenos Aires, Argentina. Anais em CDROM.
- +Ceballos, J. C., Bottino, M. J., Souza, J. M. 2004. A simplified physical model for assessing solar radiation over Brazil using GOES-E imagery. *J. Geophys. Res*, v. 109, D02211, doi:10.1029/2003JD003531
- +Miranda, R. M.; Ceballos, J. C. Evaluation of burning aerosol influence on performance of solar radiation assessed by model GL - CPTEC. In: *International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography (ICSHMO)*, 8., 2006, Foz do Iguaçu. Proceedings... São José dos Campos: INPE, 2006. Poster, p. 843-850. CD-ROM. ISBN 85-17-00023-4.

(+) Versão PDF encontra-se na página de publicações da DSA/CPTEC/INPE: [http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publi\\_princ.htm](http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publi_princ.htm)

(\* )[http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo\\_Estimativa\\_1206.pdf](http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo_Estimativa_1206.pdf)