

## MONITORAMENTO METEOROLÓGICO E AMBIENTAL VIA SATÉLITE NA DSA/CPTEC/INPE: CONTRIBUIÇÕES À AGROMETEOROLOGIA

Simone S. Costa, Juan C. Ceballos, Rodrigo A. F. Souza, Leonardo L. Peres, André L. F. Souza, Luiz A. T. Machado, Carlos F. Angelis, Wagner F. A. Lima, Marcus J. Bottino, Alberto W. Setzer, Raffi A. Sismanoglu, Angélica G. Piccini  
{simone, ceballos, rodrigo, lperes, andrelfs, machado, angelis, wagner, bottino, asetzer, raffi, angelica}@cptec.inpe.br

Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais  
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos  
DSA/CPTEC/INPE

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** A Divisão de Satélites de Sistemas Ambientais do Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos (DSA/CPTEC) desenvolve produtos de excelência meteorológica e ambiental. Os produtos, integrando imagens de satélites e previsão numérica de tempo, têm alta resolução temporal e espacial, e estão disponíveis para variadas aplicações. O objetivo principal deste documento é apresentar produtos da DSA de interesse agrometeorológico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento Remoto, NDVI, temperatura da superfície, precipitação, monitoramento de seca, radiação solar.

**ABSTRACT:** The Satellite Division of the Centre for Weather Prediction and Climate Studies develops comprehensive satellite datasets. Products exhibit high space and time resolution and are accessible to support environmental and agriculture meteorology, among others activities. This paper describes some DSA products potentially useful for agrometeorological applications.

**KEY WORDS:** Remote sensing, NDVI, surface temperature, precipitation, drought monitoring, solar radiation.

**INTRODUÇÃO:** Há uma crescente demanda de informações meteorológicas observadas e previstas, por parte de diversos setores sócio-econômicos tais como energia, transporte, turismo, defesa civil, agricultura, entre outros. No entanto, poucas são as instituições que disponibilizam continuamente estas informações. Com a finalidade de oferecer informação meteorológica e ambiental, o CPTEC/INPE vem disponibilizando operacionalmente no portal da DAS (<http://satelite.cptec.inpe.br/>) diversos produtos de satélite.

Os produtos da DSA são resultados do trabalho realizado em três linhas de pesquisa, sendo estas: Radiação no Sistema Terra- Atmosfera, Teledetecção da Atmosfera e Teledetecção da Superfície (Souza *et al.*, 2005). A primeira se dedica ao estudo de

fenômenos radiativos e é fundamental para apoio conceitual e numérico às outras linhas de pesquisa. A segunda se dedica à pesquisa e ao desenvolvimento de métodos de detecção por satélite, visando gerar ferramentas para monitoramento da atmosfera em tempo real, produzindo dados para assimilação em modelos de previsão numérica e para uso imediato em defesa civil, gerenciamento de bacias hidrográficas, geração e distribuição de energia elétrica, entre outros. A linha Teledetecção da Superfície se concentra no monitoramento de fenômenos ambientais naturais (temperatura continental e do mar, estado da vegetação natural, umidade do solo, dentre outros) e antropogênicos (queimadas, desmatamento). A DSA realiza pesquisa e desenvolvimento de alto nível em cooperação com grupos de pesquisa de diversas instituições brasileiras e internacionais (IAG/USP, UNESP/Presidente Prudente, IAE/CTA, DECEA, EMBRAPA/Unicamp, Instituto Nacional de Águas da Argentina, IRD/França, entre outras).

**MATERIAIS E METODOS:** Os produtos da DSA são gerados a partir de imagens de satélites de órbita geoestacionária e polar (GOES, METEOSAT, série NOAA, TERRA e AQUA). Adicionalmente, a DSA adapta e desenvolve ferramentas, algoritmos e códigos para a geração de produtos. Publicações descrevendo estas atividades podem ser consultadas na URL [http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publi\\_princ.htm](http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publi_princ.htm).

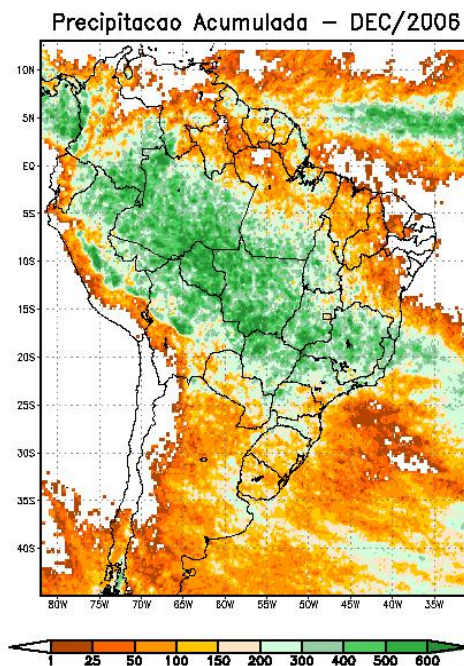
**PRODUTOS OPERACIONAIS :** Considerando a diversidade de produtos gerados na DSA, apenas aqueles de interesse agrometeorológico são documentados neste trabalho. Uma lista de produtos e da disponibilidade destes encontram-se no final deste documento.

#### Precipitação estimada por satélite

A estimativa de precipitação por meio de imagens de satélites é feita através do reconhecimento de características físicas das nuvens e sua associação com uma determinada taxa de precipitação. O produto implementado no CPTEC (Modelo Hidroestimador) utiliza dados dos satélites GOES e METEOSAT obtidos a cada trinta minutos. Assim, a cada meia hora é feita uma estimativa da taxa de precipitação naquele momento gerando-se um mapa de chuva. Campos de precipitação acumulada diária e mensal também são gerados. Adicionalmente, a DSA apresenta estimativa de precipitação via radar. A Figura 1 ilustra o campo mensal de precipitação acumulada, dezembro 2006.

Ver produto no endereço

[http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publicacoes/trab\\_comp\\_cong\\_internacionais.htm](http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publicacoes/trab_comp_cong_internacionais.htm)



**Figura 1** – Campo de precipitação (mm) acumulada, dezembro 2006.

## Radiação solar e terrestre

Várias componentes do balanço de radiação são estimadas na DSA: radiação solar à superfície, (global e visível) e radiação emitida no topo da atmosfera (ROL). São utilizadas imagens GOES para avaliar radiação solar (Ceballos *et al.*, 2004). Para detalhes sobre o produto de radiação solar e o modelo GL de estimativa, ver Ceballos e Bottino (2007) nos anais deste congresso. A Figura 2 ilustra o campo mensal de radiação incidente à superfície. Ver produto no endereço

<http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/radiacao/fluxos/radsat.htm>

Adicionalmente, é avaliado o índice de radiação ultravioleta. Ver trabalhos de Corrêa e colaboradores no endereço <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/Publi.html>.

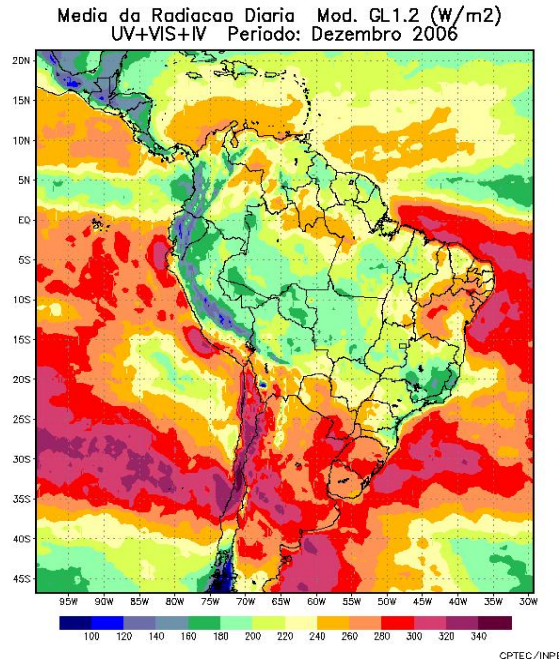


Figura 2 – Média mensal de radiação solar incidente à superfície ( $Wm^{-2}$ ), dezembro 2006.

## Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) tem sido empregado para avaliar o vigor da vegetação, monitorar a cobertura vegetal, auxiliar na detecção de desmatamentos, na avaliação de áreas queimadas, entre outras aplicações.

As imagens disponibilizadas na página do CPTec/Satélites são atualizadas diariamente, através da sobreposição de valores NDVI dia a dia sobre uma composição quinzenal e mensal.

A Figura 3 apresenta o campo quinzenal de NDVI estimado a partir do satélite NOAA.

Ver produto em

<http://paraguay.cptec.inpe.br:8080/prduto/ndvi/>



Figura 3 – Composição quinzenal (16 a 30 maio, 2007) do índice de Vegetação por Diferença Normalizada estimadas.



## Temperatura da Superfície Continental

O produto está disponível em versões provenientes de técnicas e sensores diferentes:

1) Subproduto de processos de sondagem atmosférica (resolução entre 5 e 45 km), utilizando dados dos sensores MODIS, AIRS/AMSU e ATOVS. Ver <http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/sondagens/sondagem.htm>

2) Produto com resolução de 1 km. Gerado através do método de “split window” (Sobrinho & Raissouni, 2000), aplicado ao sensor AVHRR de NOAA 18. O produto está operacional, em fase de testes; futuramente, incluirá todos os NOAA disponíveis, MODIS, GOES 10 e MSG. A Figura 4 mostra um exemplo do campo horizontal de temperatura instantânea. Ver

<http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/tsc/>

## Monitoramento de Secas

Este produto é resultado de um primeiro esforço do INPE/CPTEC para o monitoramento de secas sobre o território brasileiro. Informações sobre precipitação, umidade relativa do ar, dias sem chuva, riscos de queimadas estão disponíveis. Posteriormente, serão adicionados novos produtos especialmente concebidos para análise de problemas das secas. A Figura 5 ilustra o campo de números de dias sem chuvas convectivas estimada a partir do satélite GOES. Ver produto no endereço

<http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/secas/>

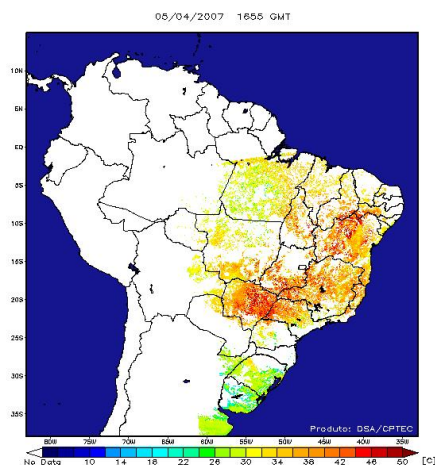


Figura 4 - Campo horizontal de temperatura da superfície para o dia 05 de abril de 2007, as 18:55 UTC.

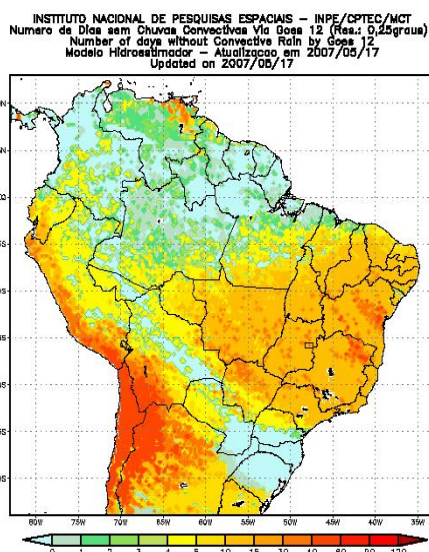


Figura 5 - Campo de número de dias sem chuva.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A Tabela 1 sumariza informações dos produtos da DSA apresentados neste artigo. Os dados estão disponíveis para toda a América do Sul e apresentam alta resolução temporal e espacial. Os produtos de satélite da DSA resultam de vários esforços associados à pesquisa e desenvolvimento. Os produtos atuais são constantemente avaliados e melhorados para responder à crescente demanda de dados. Produtos novos tais como, estimativa de evapotranspiração e monitoramento de secas, estão sendo desenvolvidos.

Os produtos apresentados neste artigo e outros (e.g. aerossóis, descargas elétricas, queimadas, nevoeiro, etc.) podem ser facilmente acessados na homepage através do endereço <http://satelite.cptec.inpe.br/>. Solicitações de imagens e/ou produtos não disponíveis “on line” podem ser realizadas através do serviço de atendimento ao usuário. Para o desenvolvimento e aplicações a novos produtos, a DSA está aberta à colaboração com outros grupos e entidades de pesquisa e desenvolvimento.

## Informações gerais sobre a disponibilidade dos produtos da DSA

### Precipitação

- **satélite:** (cooperação com o instituto Nacional del Agua – Argentina)
- campos instantâneos (a cada 30 minutos) e acumulados (diárias e mensais).
- Brevemente, produtos baseados em infravermelho (GPI) e microondas
- **radar:** (convênio com DECEA)
- alta frequência temporal – instantâneas (aproximadamente a cada 10 minutos)
- disponíveis para a região Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

### Temperatura da Superfície Continental

- MODIS. Resolução 5 km, para cada passagem dos satélites Aqua e Terra.
- AIRS/AMSU. Resolução 45 km, para cada passagem do Aqua.
- ATOVS (satélite NOAA 18). Resolução 45 km, duas vezes por dia.
- AVHRR (NOAA 18). Resolução 1 km, duas vezes por dia.

### Radiação solar e terrestre

#### **Radiação solar e Radiação Visível+Ultravioleta (semelhante a PAR)**

- médias diárias e mensais.

#### **Radiação de Onda Longa (terrestre)**

- campos instantâneos (cada 3 horas).

#### **Radiação Índice de Ultravioleta**

- campos instantâneos (a cada 30 minutos),
- campos avaliados para os próximos cinco dias (previsão).

### Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

- composições quinzenal (1º. e 2º. quinzena do mês) e mensal,
- produto recente e encontra-se em fase de teste.

### Monitoramento de Estiagem

Este produto é composto por um conjunto de informações, entre estas destacam-se:

- número de dias sem chuva,
- precipitação acumulada (entre 2 e 120 dias) via satélite e estações meteorológicas,
- temperatura média e umidade relativa do ar média nos últimos 5 e 15 dias.

**Tabela 1** - Informação a respeito da disponibilidade de alguns produtos da DSA/CPTEC/INPE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\* Angelis, C.F, Lima, W.F.; Machado, L.A.T. and Morales, C.A. (2005) Precipitation observational capabilities at the Brazilian Institute for Space Research. Anais II International Precipitation Working Group, Monterey, California, 25-28 Out. 2004.

\* CEBALLOS, J.C. e M.J. BOTTINO. O modelo GL/CPTEC de radiação solar por satélite: potencial de informações para agrometeorologia. Aracaju, Congr. Brasil. Agrometeor., 15. Anais (neste volume). 2007.

\* CEBALLOS, J. C., M.J. BOTTINO, SOUZA, J. M. A simplified physical model for assessing solar radiation over Brazil using GOES-E imagery. J. Geoph. Res, v. 109, D02211. 2004.

SOBRINO, J. A., RAISSOUNI, N., Toward. Remote. Sensing methods for land cover dynamic monitoring. Application to Morocco. International Journal Remote Sens. 21:353-366. 2000

\* SOUZA, R.A.F., M.P. CORRÊA, J.C. CEBALLOS, C.F. de ANGELIS, L. A. MACHADO, W.F.A. LIMA, S.R. MACEDO. Contribuições à Meteorologia por Satélite: Produtos Operacionais no CPTEC. Boletim da Soc. Bras. Meteorologia, v. 29, n.2, pp. 52, 2005.

**Referências adicionais.** A página de publicações da DSA contém aplicações dos métodos e produtos desenvolvidos. Ver [http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publicacoes/trab\\_comp\\_cong\\_internacionais.htm](http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/publicacoes/trab_comp_cong_internacionais.htm)

**Nota:** cópia dos artigos acima indicados com asterisco (\*) pode ser encontrada nessa página internet.