

REGIONALIZAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DE ALTA RESOLUÇÃO DO PARANÁ: ESTIMATIVAS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO UTILIZANDO ESTAÇÕES DE SUPERFÍCIE E ESTIMATIVAS POR SATÉLITE E RADAR

LEONARDO CALVETTI¹, FLAVIO DEPPE², CESAR BENETI³, PAULO CARAMORI², ROGÉRIO DE FARIA² e RODRIGO TSUKAHARA⁵

1 Meteorologista do Instituto Tecnológico SIMEPAR, Fone (41) 3320 2001, leonardo@simepar.br

2 Pesquisador do Instituto Tecnológico SIMEPAR, Curitiba-PR

3 Meteorologista do Instituto Tecnológico SIMEPAR, Curitiba - PR

4 Pesquisadores do Instituto Agrônômico do Paraná IAPAR, Londrina-PR

5 Pesquisador da Fundação para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, Castro - PR

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

RESUMO

Atualmente o balanço hídrico é calculado por meio de informações pontuais obtidas pelas 35 estações meteorológicas distribuídas no Paraná com uma distância média de 73 km. O estado possui uma grande variabilidade topográfica com serras de 1000m no leste e sul e grandes planaltos no centro, norte e oeste. Portanto, há uma variabilidade também nas variáveis meteorológicas. Para aumentar a resolução das estimativas de temperatura e precipitação no Paraná são utilizadas técnicas de inferência a partir de irradiâncias medidas por satélite geoestacionário para precipitação e de órbita polar para temperatura. As estimativas por radar são derivadas por meio das informações de refletividade da energia eletromagnética refletida pelas nuvens. As estimativas de precipitação evidenciaram diferenças na distribuição espacial no verão devido a presença de tempestades de verão e linhas de instabilidade. Um resultado importante é a identificação de sub-regiões pluviométricas sazonais e o detalhamento das áreas de máximo e mínimos de temperatura devido a variabilidade topográfica do Paraná. O sistema de alta resolução permitirá o detalhamento ao nível de grandes lavouras principalmente para grandes culturas. A regionalização agrometeorológica será utilizada para o cálculo do balanço hídrico e da evapotranspiração em alta resolução e permitirá um maior detalhamento no zoneamento agroclimático do Paraná.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, temperatura, precipitação

ABSTRACT

High Resolution Agrometeorological Regionalization of Parana State: Precipitation and Temperature Estimates using network meteorological stations, satellite and radar

Nowadays, the water balance and the evapotranspiration are computed using local information of the 35 meteorological stations distributed on Paraná State with 73 km of mean distance between its stations. This region has a high topographical variability with 1000m mountains at south and east and plans at the center, north and west. So, there is a high variability of meteorological observation on this area. For retrieval the high resolution temperature and precipitation on Paraná State was used satellite and radar estimations. The results showed a better detailed field and sometimes differences between the interpolations by meteorological network stations and the remote sensing estimation. The integration of these fields will be used for the calculus of the high resolution agrometeorological regionalization over the Paraná and giving agrometeorological information for a lot of farming.

KEYWORDS: remote sensing, temperature, precipitation

INTRODUÇÃO

Os modelos de estimativa de evapotranspiração e do cálculo do balanço hídrico são ajustados com dados históricos de precipitação e temperatura em determinados pontos onde existem as medições. A espacialização da chuva tem sido motivo de limitação e mesmo de discussão devido à baixa representatividade espacial dos pluviômetros nas regionais agroclimáticas, pois a precipitação é uma variável discreta e com grande variabilidade espacial e temporal. A temperatura possui grande variação nas áreas de maior índice topográfico e, em especial no Paraná, as variações são de 4 a 5°C em apenas 50 km de distância horizontal. No período de maior ocorrência de precipitação, o verão, o regime de precipitação é modulado por sistemas de precipitação irregulares devido a própria característica de formação das nuvens. Em geral, na primavera e verão as chuvas são decorrentes de linhas de instabilidade e sistemas convectivos embebidos em sistemas frontais. De dezembro a fevereiro contribuem também as chuvas convectivas formadas termodinamicamente que possuem grande intensidade, porém em baixa distribuição espacial e de curta duração. A introdução de medições por sensores remotos como radar e satélite permitem aprimorar os sistemas de medição da precipitação. Para diferentes eventos meteorológicos de precipitação é importante a integração de dados de pluviômetros, radar e satélite para melhor detectar a estrutura espacial e temporal da ocorrência de chuva. A precipitação provocada por nuvens isoladas pode não ser detectada por pluviômetros ou mesmo satélite, enquanto que a intensidade normalmente é melhor estimada por pluviômetros (Calvetti et al., 2003a). Desta forma, as atividades de estimativas de precipitação por radar e satélite e ainda, de integração com pluviômetros, proporcionarão a melhor identificação disponível da ocorrência da precipitação nas regionais agrometeorológicas do Paraná provendo melhor distribuição espacial da precipitação (Beneti et al, 2002). Este trabalho, de estimar precipitação e temperatura em alta resolução é a primeira parte do projeto de regionalização. A segunda parte será o cálculo do balanço hídrico e da evapotranspiração utilizando as informações em grade de alta resolução (4km x 4km) deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

A precipitação é estimada por radar e imagens de satélite da série geostacionário. A temperatura é estimada por meio de satélite de órbita polar.

A técnica de estimativa de precipitação por satélite utilizada é a Convective-Stratiform Technique (CST), desenvolvida por Adler e Negri (1988) e recalibrada com dados obtidos durante o programa LBA/TRMM com sensores TMI (Microwave Imager) e dados do radar TOGA (Negri e Adler, 2002, Pereira Filho 2002). A técnica CST consiste na identificação de sistemas convectivos e estratiformes numa área determinada de cobertura do satélite, e utilizar diferentes parametrizações na conversão da temperatura de brilho em precipitação. Primeiramente, uma análise de valores mínimos de temperatura de brilho em imagens no canal infravermelho (~11µm) do satélite GOES-12 é feita para detectar nuvens convectivas. Neste procedimento inclui-se a filtragem das finas camadas de nuvens cirrus (nuvens altas e rasas em forma de filamentos) não precipitantes. As nuvens estratiformes são identificadas baseando-se nos modos de temperatura de cada sistema de nuvens depois de identificadas as nuvens convectivas.

Para as estimativas de precipitação por radar são utilizadas imagens de refletividades do Rada Meteorológico do SIMEPAR banda S, Doppler, modelo DWSR-95S/EDGE, da

Enterprise Electronic Corporation (EEC), instalado no município de Teixeira Soares, e em operação desde 1998. A cobertura qualitativa deste radar tem raio de 480km e abrange todo o Paraná, Santa Catarina, parte do sul de São Paulo e norte do Rio Grande do Sul. A área quantitativa (com estimativas de precipitação e vento) é de 200km de raio, cobrindo todo o centro e leste do Paraná, conforme mostra a Figura 1. As estimativas por radar são obtidas por meio da aplicação da relação chuva e refletividade (relação ZR) de Marshall-Palmer ($Z=200R^{1.6}$, onde Z é a refletividade e R a precipitação). A aplicação da relação ZR é feita em imagens gerada a cada 5 minutos. Após a relação ZR, faz-se a acumulação da precipitação em uma hora, onde aplica-se a correção dos efeitos de advecção dos fenômenos precipitantes. A acumulação diária de precipitação será a resultante da acumulação das estimativas horárias de precipitação por radar (Calvetti et al. 2003).

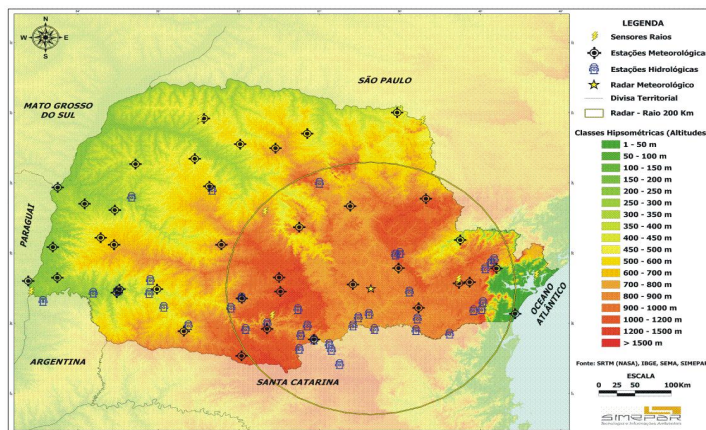


Figura 1: Distribuição das estações meteorológicas e hidrológicas telemétricas no Paraná e área de cobertura do radar no modo quantitativo (circulo). As cores representam a topografia do estado.

A metodologia adotada para estimar a temperatura de superfície por satélite é a denominada “Split Window”, o qual utiliza valores de temperatura de brilho das bandas 4 e 5 dos sensores NOAA/AVHRR. O método se baseia na diferença da atenuação atmosférica que ocorre nas referidas bandas (Coll et al., 1994). Ou seja, a atenuação que ocorre na banda espectral centrada em 12,0 μm , é maior do que aquela que ocorre na banda centrada em 11,0 μm . Os métodos Split Windows, ou “janela dividida local”, proporcionam uma boa acurácia nas estimativas de temperatura de superfície (TS). No entanto, a emissividade da superfície deve ser conhecida e separada em duas bandas adjacentes. Uma vegetação densa apresenta alta emissividade, em torno de 0,98, enquanto que solo exposto e rochas, apresentam emissividade em torno de 0,95. Índices de vegetação indicando a densidade da vegetação podem ser utilizados para estimar as emissividades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que a introdução de medições de alta resolução proporciona uma distribuição pluviométrica mais detalhada e em algumas regiões diferentes. Por exemplo, na figura 2, foram plotados valores mensais de precipitação para o Paraná para os meses de outubro de 2005 e janeiro de 2007.

O campo de chuva derivado da interpolação dos dados dos pluviômetros para outubro (a) indica uma homogeneidade no norte do Paraná de valores próximos a 200 mm. Pela imagem de radar e satélite observa-se que existem áreas nessa região com valores abaixo de

10 e alguns núcleos com precipitações elevadas indicando que ocorreram algumas tempestades isoladas. Em janeiro de 2007 a estrutura da precipitação mensal tem uma significativa diferente. Na acumulação mensal por satélite e radar observa-se que se formaram sistemas meteorológicos entre o Paraná e São Paulo, enquanto que ao sul, oeste e Região Metropolitana ocorreram apenas algumas tempestades isoladas. Estes resultados indicam que a integração do sensoriamento remoto contribuirá principalmente nos regimes de verão onde a chuva não é tão uniformemente distribuída como no início da primavera, indicando a presença de sistemas convectivos isolados e algumas linhas de instabilidade de curta duração e propagação.

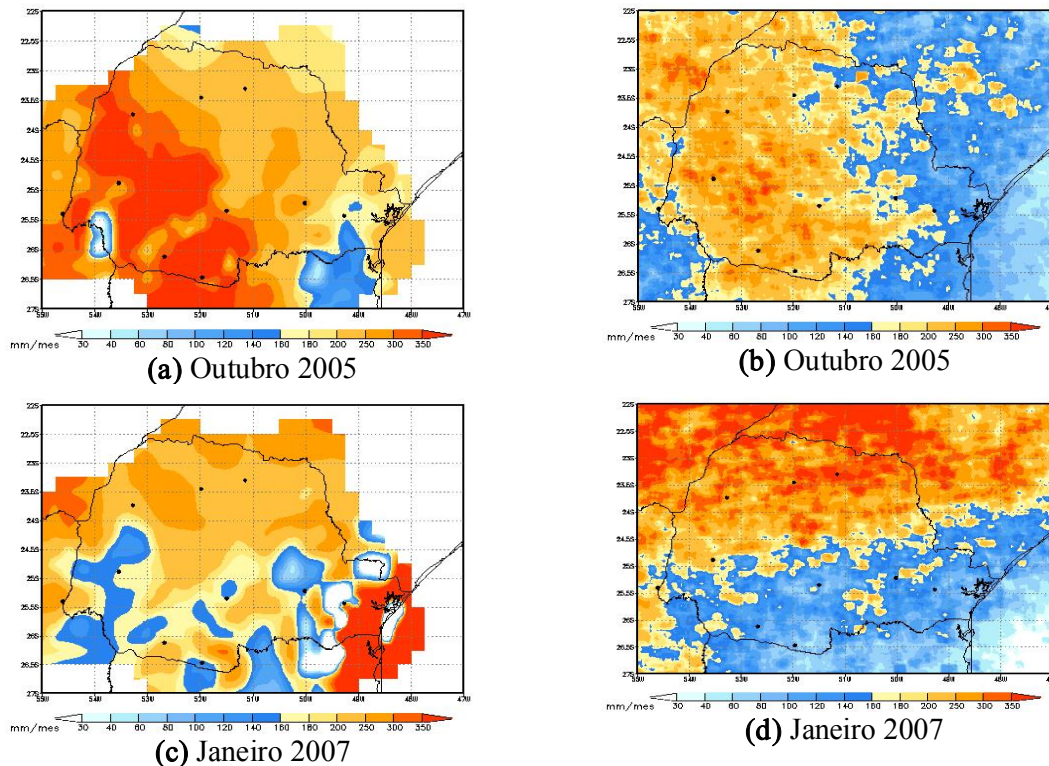


Figura 2: Estimativas mensais de precipitação acumulada no Paraná. Em (a) e (c) os dados foram interpolados de 35 estações meteorológicas nos meses de outubro de 2005 e janeiro de 2007 e em (b) e (d) são estimativas por satélite e radar para os meses de outubro de 2005 e janeiro de 2007.

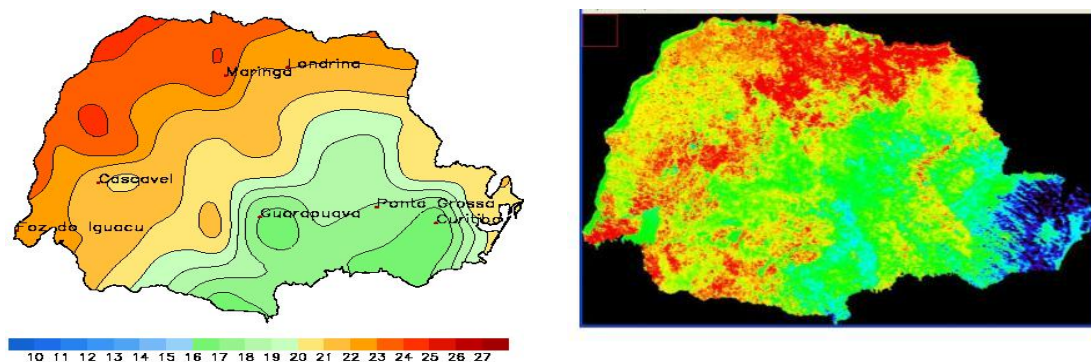


Figura 3: Temperatura do ar interpolada de 35 estações no Paraná e imagem NOAA de temperatura de brilho, Banda 32 (11,77 a 12,27 μm) para 11 de novembro de 2006 às 16 UTC.

Na figura 3 foram plotadas as estimativas de temperatura por satélite NOAA para 11 de novembro de 2006 as 16 UTC. Observa-se o detalhamento na imagens das regiões serranas e também os vales. Dependendo do local da estação estas variações podem não ser bem representadas. A temperatura é ligada diretamente a distribuição topográfica e possui influência da altura principalmente em noites de maior perda de energia onde o fluxo de calor sensível tende a ser maior. Para melhor representar estas variações foram colocadas diversas estações meteorológicas em pontos onde pudessem melhor representar as características regionais. Porém, como o estado do Paraná possui um índice topográfico elevado esta caracterização só é possível com medições de alta resolução temporal, que é o caso das estimativas por satélite.

CONCLUSÕES

Métodos de estimativas de precipitação e temperatura por sensoriamento remoto foram aplicadas para realizar medições de alta resolução no estado do Paraná. Estas medições são realizadas em quadrículas de 4km x 4km. As estimativas de precipitação são obtidas tanto por imagens no canal infravermelho do satélite geoestacionário como por refletividade do Radar Meteorológico do SIMEPAR. As estimativas de temperatura são obtidas a partir da combinação de temperatura de brilho medida pelo sensor AVHRR do satélite NOAA e a emissividade da superfície do solo. A grande vantagem da utilização das estimativas por sensoriamento remoto é a caracterização detalhada da distribuição espacial agrometeorológica. A temperatura varia de acordo com as massas de ar advectadas na região e também da topografia. A precipitação é uma variável discreta e além da sua irregularidade temporal, espacialmente possui uma grande variabilidade.

Estes campos integrados serão utilizados para o cálculo da evapotranspiração e o balanço hídrico em alta resolução no Paraná e assim proporcionar medições em sub-áreas onde não se pode fazer o zoneamento devido a falta de informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, Robert F., Andrew J. Negri, 1988: A Satellite Infrared Technique to Estimate Tropical Convective and Stratiform Rainfall. *Journal of Applied Meteorology*: Vol. 27, No. 1, pp. 30–51.
- Beneti, C., Calvetti, L., Pereira Filho, A. J., 2002: Estimativa da Precipitação Por Radar E Pluviômetros Na Região Metropolitana De Curitiba - Resultados Preliminares. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia CD-ROM, Foz do Iguaçu.
- Calvetti, Leonardo; Beneti, César e Pereira Filho, A..J., 2003: Integração do radar meteorológico Doppler do SIMEPAR e uma rede de pluviômetros para a estimativa da precipitação. *XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Belo Horizonte – MG. Anais em CD ROM.
- Coll, C., Caselles, V., and Schmugge, T. J. 1994. Estimation of land surface emissivity differences in the split-window channels of AVHRR. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 48, pp. 127-134.
- Deppe, Flávio A. , Martini, Luisnei., Lohman, Marciel, Calvetti, Leonardo, 2006: Validation studies of ECMWF precipitation data with observed SIMEPAR ground data. 2nd International Workshop on Crop Monitoring and Forecasting in South America. Montevideo, Uruguay.
- Negri, A.J., Xu, L., e Adler, R.F., 2002: A TRMM-Calibrated infrared rainfall algorithm applied over Brazil. *Journal of Geophysical Research*. 107,15pp.
- Pereira Filho, A. J., A. Negri and P. T. Nakayama, 2002: An intercomparison of gauge, radar and satellite rainfall in the tropics. 1st Workshop on Precipitation Measurements, IPWG/CGMS/WMO, Madrid, Spain.