

UTILIZAÇÃO DE SATÉLITES METEOROLÓGICOS PARA O ALERTA A INUNDAÇÕES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS.

Graziela Balda Scofield¹ e Íria Vendrame²

1 - INTRODUÇÃO

A precipitação nos trópicos é uma das variáveis mais importantes, entretanto devido a sua alta variação temporal e espacial, torna-se difícil a sua quantificação. Os radares meteorológicos são de grande importância na quantificação e posicionamento da precipitação, principalmente em casos de alerta a inundações. A principal desvantagem dos radares é a sua cobertura espacial de até um raio de 180 Km, apresentam, no entanto, a vantagem de quantificar a precipitação a cada 10 minutos, com resolução espacial aproximadamente de 2 Km. Mas, atualmente, apenas alguns estados do Brasil possuem radares. Uma solução alternativa para monitorar todas as bacias hidrográficas brasileiras é a utilização de sensoriamento remoto por satélite. Os satélites geoestacionários apresentam uma resolução temporal de 30 minutos e resolução espacial de 4 Km, permitindo acompanhar o desenvolvimento de sistemas convectivos em todo o Brasil.

Várias técnicas de estimativa de precipitação empregando imagens de satélites meteorológicos foram desenvolvidas. Inicialmente, as técnicas utilizavam dados do canal espectral visível e/ou infravermelho. Atualmente, houve um grande avanço no que se refere ao uso de sensores de microondas para monitorar precipitação. Esses sensores, devido as características emitidas pelas nuvens podem inferir diretamente as áreas com precipitação, pois o sinal penetra nas nuvens e assim oferece uma visão interna da estrutura da precipitação. Entretanto, até o momento, os sensores de microondas existem apenas em satélites de órbita polar não tendo a resolução temporal e espacial necessárias para acompanhar sistemas convectivos, principalmente nos trópicos, onde tais sistemas apresentam ciclo de vida de algumas horas.

A seguir, são apresentadas as técnicas de estimativa de precipitação: Convective Stratiform Technique (CST), (Adler e Negri, 1988); GOES Precipitation Index (GPI), (Arkin, 1979) e Goddard Scattering Algorithm Technique (GSCAT), (Adler et al., 1991). São apresentadas as vantagens e desvantagens do emprego dessas três técnicas como também seu potencial de aplicação em bacias hidrográficas de médio e grande porte.

2 - TÉCNICAS DE ESTIMATIVA DE PRECIPITAÇÃO

Algumas técnicas de estimativa de precipitação já foram utilizadas com sucesso sobre o Brasil, entre elas a CST (Martin et al., 1990 e Moraes, 1992), GPI (Martin et al., 1990) e GSCAT (Oliveira, 1995).

A técnica CST estima a precipitação convectiva e estratiforme a partir de imagens de satélite do canal infravermelho. Inicialmente, localiza nas imagens todos os pontos com temperatura inferior a uma temperatura limiar, pois estes pontos são fortes candidatos a apresentarem atividade convectiva. A seleção dos núcleos convectivos é feita a partir de uma equação discriminante (gradiente dos pixels adjacentes x temperatura do pixel central) que permite separar empiricamente as nuvens cirrus dos núcleos convectivos ativos. Após a eliminação das nuvens cirrus, calculam-se a taxa e a área de precipitação através das equações do modelo unidimensional de nuvem proposto por Adler e Mack (1984).

A técnica CST foi modificada por Negri e Adler (1993). A equação discriminante passou a utilizar dados do sensor SSM/I, a temperatura limiar passou de 253 K para 235 K, foi incluído um ajuste automático para o cálculo da precipitação e todos os pontos com gradiente menor que 1,5 K foram eliminados. Posteriormente, a técnica foi modificada para a ser aplicada no estado de São Paulo (Scofield, 1994) empregando-se dados do radar de Ponte Nova e imagens de satélite do canal infravermelho para a mesma região, quando ocorreu a modificação dos parâmetros da equação discriminante e também a diminuição da temperatura limiar para 229 K.

A técnica GPI é uma técnica de indexação simples de nuvem que utiliza imagens do canal infravermelho cujas temperaturas são convertidas em taxa de precipitação assumindo-se um valor de 3 mm/h para pixels mais frios que 235 K e zero para os pixels com temperatura acima desse limiar.

A técnica GSCAT utiliza dados do sensor microondas SSM/I em diversas frequências. Os dados são interpolados para identificar e eliminar os pontos que não possuem precipitação. Na

¹ Doutoranda do Instituto Tecnológico de Aeronáutica(ITA) Praça Mal do Ar Eduardo Gomes 50 V. das Acácias 12228-900 – S. José dos Campos - SP – Brasil e.mail: graziela@met.inpe.br

² Professora Adjunto do Depto. de Hidráulica da Divisão de Infra-Estrutura do ITA e.mail: hiria@infra.ita.cta.br

seqüência, uma relação simples de espalhamento, baseada no canal 86 GHz polarizado horizontalmente, é aplicada aos pontos com precipitação para determinar as áreas e a taxa de precipitação (Adler et al., 1991).

3 – RESULTADOS E CONCLUSÕES

Para estimar taxas de precipitações convectivas são necessários dados de satélites meteorológicos geoestacionários que monitoram a atmosfera de forma quase contínua. Deve ser salientado que estas técnicas utilizam a temperatura do topo das nuvens ocorrendo normalmente uma sub ou super-estimativa dos valores das taxas de precipitação. Além disso, a técnica GPI é bastante simples de ser utilizada podendo subestimar a taxa de precipitação quando utilizada para quantificar a precipitação horária.

Quanto a resolução espacial, as bacias de pequeno porte apresentam dimensões abaixo da resolução espacial das imagens infravermelho (4 Km²) e das imagens microondas (em média 225 Km²). Já as bacias de médio e grande porte podem ser monitoradas utilizando imagens do canal infravermelho e apenas as bacias de grande porte pelas imagens do canal microondas.

As técnicas que empregam imagens microondas apresentam melhores resultados em termos de taxa e área de precipitação quando comparadas com a verdade terrestre. Entretanto, não possuem resolução espacial e temporal suficientes para monitorar os sistemas convectivos.

Assim, procurando explorar as vantagens associadas aos dois tipos de sensores, é vantajoso combinar as informações dos sensores infravermelho e microondas nos modelos de estimativa de precipitação para monitorá-la adequadamente nas escalas espaciais e temporais desejadas, podendo-se desta forma, estimar a precipitação horária.

Pode-se afirmar que a estimativa das taxas e das áreas de precipitação, como visto na Figura 1, são de fundamental importância na previsão de inundações em tempo real. Essas informações acopladas a modelos chuva-vazão permitem alertar, remover e evacuar as populações ribeirinhas, em caso de inundações para minimizar as perdas humanas, sociais e econômicas. Além disso, também auxilia na operação de reservatórios de controle de enchentes, de geração de energia e de abastecimento.

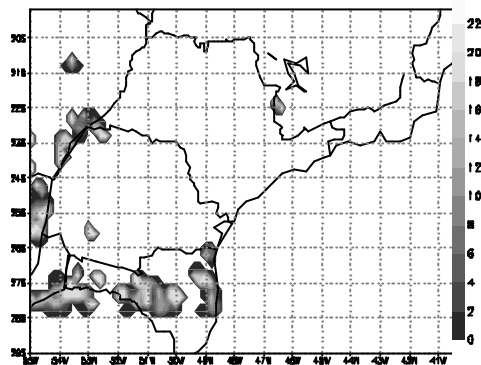
4 – AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro da FAPESP e ao INPE pelo fornecimento das imagens de satélite.

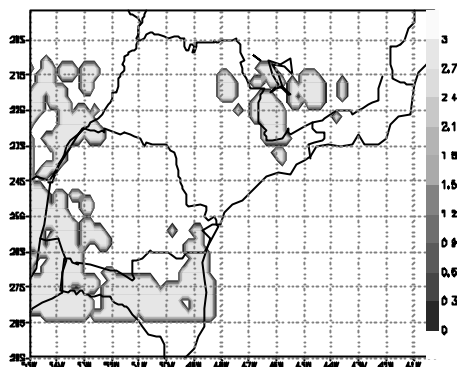
5 – REFERÊNCIAS

- ADLER, R.F, YEH,H,-Y.M., PRASAD,N., TAO,W.,-K; SIMPSON, J. (1991). Microwave simulations of a tropical rainfall system with a three-dimensional cloud model. *J. C. A. Meteorology*,30:924-953.
- ADLER, R; NEGRI, A . J (1988). A satellite infrared technique to estimate tropical convective and stratiform rainfall., *27(1)*, 30, 51.
- ADLER, R.; MACK,R.A. (1984). Thunderstorm cloud height-rainfall relations for use with satellite rainfall estimation techniques. *J. C. A. M.*, 23(2), 280, 296.
- ARKIN, P. A. (1979). The relationship between large-scale convective rainfall and cloud over Western Hemisphere during 1982-84. *M W R*, 98(10), 322, 327.
- MARTIN, D.W.; GOODMAN,B.,SCHMIT,T.J. (1990). Estimates of daily rainfall over the Amazon Basin. *J Geo Research*. 95(D10), 17043, 17050.
- MORAES, J.C.(1992). Estimativa de precipitação por satélite: aplicação da técnica CS na bacia do Rio Curu-Ceará. *Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 7., 173, 177, São Paulo.
- NEGRI, A . J.; ADLER, R.F (1993). An intercomparison of three satellite infrared rainfall techniques over Japan and surrounding waters. *J. A M*, 32(2),357, 373.
- OLIVEIRA, J.L. (1995). Comparações entre as medidas de precipitação estimadas através do sensor SSM/I a correspondentes estrutura tridimensional da precipitação inferida via radar meteorológico de São Paulo. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto. INPE, São José dos Campos.
- SCOFIELD, G.B. (1994). Estimativa de precipitação sobre a região de São Paulo utilizando a Técnica Convectiva Estratiforme. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto. INPE-5667-TDI/560, 103 p. São José dos Campos.

30 JAN 97 AS 20:09 Z



30 JAN 97 AS 20:09 Z



© UNB/BR/97/3

MMPL 02/1/98

Figura 1 – Mapas de precipitação obtidos pelas técnicas CST (esquerda) e GPI (direita) sobre os estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.