

## **Estimativas de precipitação por microondas passivas com ênfase na participação brasileira no GPM**

Augusto Brandão D'Oliveira, Carlos Frederico de Angelis, Nelson Arai, Luiz Augusto Toledo Machado

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Emails: [augusto.oliveira, carlos.angelis, nelson.arai, luiz.machado]@cptec.inpe.br,

**Resumo:** Descreve-se sucintamente o uso de Microondas medidas a partir de satélites, e sua importância para o estudo da precipitação, o conceito da missão GPM (Global Precipitation Measurement Mission), colaboração internacional da qual faz parte o Brasil, e a importância de desenvolvimento, teste e adequação às condições locais de algoritmos destinados a processar as medidas feitas e transformá-las em informações úteis, como precipitação, medida de calor latente, etc. Relata-se o estado atual dos estudos e do desenvolvimento do algoritmo para o GPM, e a participação brasileira neste esforço

### **1. Introdução**

A Missão de Medidas da Precipitação Global (Global Precipitation Measurement Mission- GPM) faz parte da próxima geração de missões de Ciências da Terra baseada em satélites, que estudará a precipitação global (chuva, neve e gelo).

### **A IMPORTÂNCIA DA MEDIDA DA PRECIPITAÇÃO**

Junto com a temperatura e o vento a precipitação é um dos fatores determinantes das condições de tempo e clima do planeta. Além disso, é componente crítica no ciclo hidrológico do planeta determinando a disponibilidade de água potável e suprindo como combustível tanto a ocorrência de fenômenos adversos como tempestades e furacões como também para a manutenção da vida na Terra. Nos dias de hoje as transformações e a qualidade da água no meio ambiente e a disponibilidade futura de fontes de água potável são motivo de permanentes inquietações sociais e científicas em todo planeta. Essas transformações estão presentes a todo instante no cotidiano do planeta e afetam virtualmente toda manifestação ambiental experimentada por ele.

Neste cenário, pode-se observar alguns paradoxos típicos dos elementos atmosféricos: a mesma neve que bloqueia as malhas rodoviárias e paralisa temporariamente economias regionais, pode beneficiar a muitos, por representar a maior fonte de água potável durante verões secos em muitas regiões montanhosas do globo. Na atmosfera a condensação do vapor d'água em chuva e posteriormente em gelo (em alguns casos) elimina grande quantidade de calor, que por sua vez governa a circulação geral da atmosfera terrestre redistribuindo a energia e a água no globo e

permitindo a manutenção das condições de vida como a conhecemos. Em muitos aspectos a precipitação é o cerne do ciclo hidrológico do nosso planeta, e entendê-la é crucial para desvendar muitas incertezas acerca do clima da Terra. Não podemos entender o ciclo de energia e da água ou prever o tempo e o clima sem um conhecimento acurado da intensidade e distribuição da precipitação em termos globais. O entendimento e medida efetivos das diversas características da precipitação (distribuição, quantidade, taxas e eliminação de calor latente associado) são os maiores desafios na pesquisa de ciências da Terra. A concepção do “Global Precipitation Measurement-GPM” é uma resposta à esta necessidade de medidas acuradas de precipitação global.

#### GPM e GPM-Br

O Programa Internacional de Medidas de Precipitação (Global Precipitation Measurement) – GPM é um programa, desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration – NASA e pela Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA (ex-NASDA) e aberto à participação internacional, por meio de agências espaciais e meteorológicas, que visa a monitorar globalmente, por meio de satélites, as precipitações na atmosfera, em alta resolução temporal.

O GPM vem suceder o Tropical Rainfall Measurement Mission – TRMM, ampliando sua abrangência e aprimorando a resolução temporal oferecida. Em razão do convite dos dirigentes do GPM, da importância dos dados coletados por satélite na previsão climática e do tempo e do interesse manifestado por diversas instituições nacionais foi tomada a decisão de estruturar a participação brasileira no citado Programa, atuando a Agência Espacial Brasileira – AEB como órgão nacional de coordenação do enlace.

O Núcleo Brasileiro do Programa Internacional de Medidas de Precipitação – GPM-Br tem como objetivo coordenar a atuação de instituições brasileiras no GPM e estimular o uso dos dados disponibilizados. As ações do GPM-Br se orientarão segundo cinco linhas de atuação: validação e modelagem; disponibilização de dados; pesquisas; desenvolvimento de sensores; divulgação. Essas ações serão executadas segundo projetos específicos, sob a responsabilidade de uma ou mais instituições nacionais.

A estrutura do GPM-Br é composta por um Comitê de Coordenação, uma Gerência, Instituições Participantes, Assessores e Usuários

## **2. Microondas**

Os satélites meteorológicos geoestacionários que operam na faixa do infravermelho estão limitados a observar as formações de nuvens avaliando suas temperaturas do topo, mas sem obter sua composição vertical. Satélites polares, de órbita mais baixa operam na faixa de Microondas e podem fazer medidas mais diretas da física das nuvens. Existem vários esquemas algorítmicos para a realização de estimativas de precipitação de chuvas, a partir de medidas de microondas passivas.

Um desses algoritmos é o GPROF, que é atualmente o algoritmo padrão para tratar os dados do satélite TRMM. O GPM pode ser considerado como a evolução lógica do TRMM. O satélite TRMM tem o primeiro radar, o PR, a bordo de um satélite, e um sensor de microondas de várias frequências, o TMI. A nave mãe da constelação do GPM terá um radar de dupla frequência, o DPR e um sensor de microondas o GMI, mais avançado e completo do que o TMI do TRMM. A presença do DPR e GMI, tornará possível a realização de medidas e a construção de uma base de dados de perfis, que será usada com fins de calibração de todos os outros satélites do GPM.

### **3. O algoritmo GPROF**

#### **Descrição do algoritmo GPROF**

GPROF ( Goddard profiling algorithm ) é o atual algoritmo operacional para precipitação para os sensores TMI, SSMI/S e AMSR-E. Além disso estimativas de precipitação de chuva com GPROF, para SSM/I são usadas para produzir o produto precipitação no projeto GPCP (Global Precipitation Climatology Project) [Huffman et al., 1997]. GPROF é capaz de obter tanto a precipitação instantânea quanto a estrutura vertical da precipitação, usando uma abordagem Bayesiana para associar as temperaturas de brilho medidas com os perfis de hidrometeoros calculados com CRM (cloud resolving models). Um modelo de transferência radiativa baseado numa aproximação unidimensional de Eddington [Kummerow, 1993] é usado para calcular as temperaturas de brilho a partir dos perfis calculados dos hidrometeoros, para as dadas frequências onde o satélite faz medidas. Mais detalhes do algoritmo podem ser encontrados em Kummerow et al. [1996, 2001],

O Algoritmo é dividido em duas partes. Uma para fazer a estimativa da precipitação sobre os oceanos, onde a emissividade é dominante e a outra para a estimativa da precipitação sobre os continentes e a parte costeira. A primeira parte já se encontra desenvolvida até um nível considerado satisfatório, ao passo que ainda há algum trabalho a fazer na parte não oceânica., onde o espalhamento é o processo que pode ser usado, em frequências mais altas.

#### **4. Construção de uma base de dados brasileira para a região Amazônica**

Para que se possa usar o GPROF, no contexto do GPM, para a estimativa da precipitação em solo brasileiro, é necessário que se crie uma base de dados com perfis de nuvens, correspondentes à realidade do que acontece sobre o Brasil. No país é percebida tanto a ocorrência de chuvas originadas a partir de nuvens quentes, ou seja nuvens que não ultrapassam a altura da isoterma de 0 grau Celsius, como chuvas originadas de nuvens frias, as quais a formação de gelo, neve e outros hidrometeoros no estado sólido são encontrados. Em particular na Região Amazônica e no Sul do Brasil, observa-se a ocorrência de ambos os tipos de chuva. Porém, no Nordeste sabe-se que chuvas quentes são predominantes. O regime de chuvas sobre o Brasil é marcado por situações bem diferentes daquelas existentes em outros países, inclusive naqueles onde se desenvolveu o GPROF.

Assim, faz-se necessário o estudo das características de nossas chuvas e respectivos perfis de nuvens observadas nas várias regiões do Brasil para com isso descrever e entender os regimes de chuvas no Brasil e apoiar as tarefas de desenvolvimento de algoritmos estimadores de precipitação a partir de Microondas Passivas. Isso irá consolidar a participação brasileira no programa GPM e contribuir de forma singular para os estudos das propriedades físicas das nuvens. Medidas recentes das propriedades dos eventos de chuvas observados em Alcântara, Maranhão, feitas durante o período de 01 a 25 de Março de 2010, constituem a primeira etapa, por assim dizer de um projeto piloto para essa finalidade.

Dentro do esforço para criar um algoritmo para o GPM Brasil, uma série de experimentos está sendo planejada no Brasil, sendo o primeiro deles uma campanha experimental que foi realizada no Maranhão em março de 2010.

Com base nos dados medidos neste período, pretende-se criar uma base de dados de perfis atmosféricos, e a partir desta base de dados, usar o programa de transferência radiativa para criar a base de dados de temperaturas de brilho calculadas, que será usada no esquema de inversão Bayesiano para determinar os perfis correspondentes às temperaturas de brilho medidas.

A Figura 1 mostra esquematicamente como o GPROF pode ser usado no Brasil para estudar a microfísica da chuva através de correções incorporadas ao modelo, até se conseguir bons resultados preditivos.

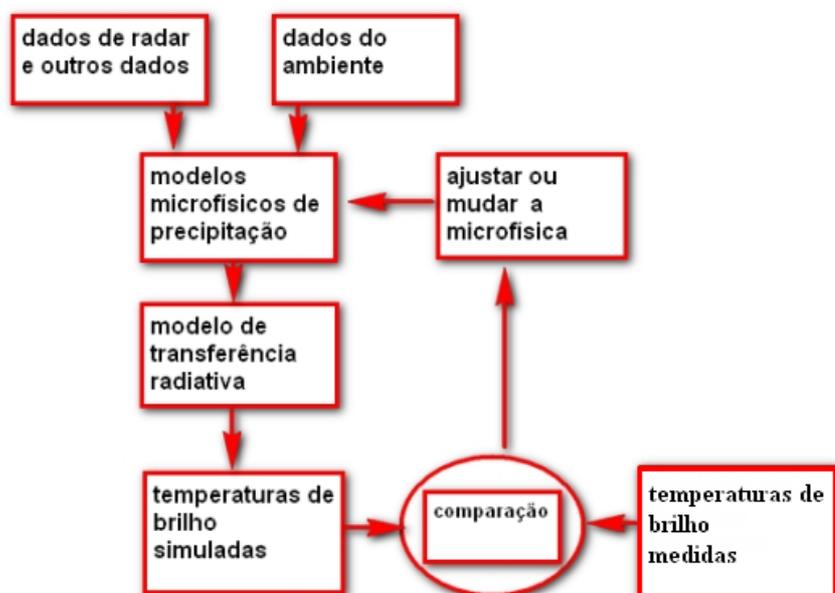


Figura 1: Esquema ilustrativo de como o GPROF pode ser usado para estudar a microfísica da chuva na Amazônia.

## 5 Considerações finais

O esforço para a construção da Base de dados para a região Amazônica está em andamento e resultados preliminares mostram que envidar esforços nessa tarefa trará ganhos significativos para a área de estimativa de chuva usando satélites que carregam sensores de microondas passivo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Tao, W.-K., J. Simpson, C. H. Sui, S. Lang, and R. F. Adler, 1993: Retrieval algorithms for estimating the vertical profiles of latent heat release: their applications for TRMM. *J. Meteor. Soc. Japan*, **71**, 685-700.
- [2] Kummerow, C., 1993: On the accuracy of the Eddington approximation for radiative transfer in the microwave frequencies, *J. Geophys. Res.*, **98**, 2757-2765.
- [3] Huffman, G. J., and Coauthors, 1997: The Global Precipitation Climatology Project (GPCP) combined precipitation dataset, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **78**, 5-20.
- [4] Kummerow, C. D., 1998: Beamfilling errors in passive microwave rainfall retrievals. *J. Appl. Meteorol.*, **37**, 356-370.
- [5] Kummerow, C. D., and L. Giglio 1994a: A passive microwave technique for estimating rainfall and vertical structure information from space. Part I: Algorithm description. *J. Appl. Meteorol.*, **33**, 3-18.
- [6] Kummerow, C. D., and L. Giglio, 1994b: A passive microwave technique for estimating rainfall and vertical structure information from space. Part II: Applications to SSM/I data. *J. Appl. Meteorol.*, **33**, 19-34.
- [7] Kummerow, C. D., W. S. Olson, and L. Giglio, 1996: A simplified scheme for obtaining precipitation and vertical hydrometeor profiles from passive microwave sensors. *IEEE Trans. on Geosci. and Remote Sensing*, **34**, 1213-1232.
- [8] Kummerow, C. D., W. Barnes, T. Kozu, J. Shiue, and J. Simpson, 1998: The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) sensor package. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **15**, 809-817.
- [9] Kummerow, C. D., Y. Hong, W. S. Olson, S. Yang, R. F. Adler, J. McCollum, R. Ferraro, G. Petty, D.-B. Shin, and T. T. Wilheit, 2001: The evolution of the Goddard Profiling Algorithm (GPROF) for rainfall estimation from passive microwave sensors. *J. Appl. Meteorol.*, **40**, 1801-1820