

ESTIMATIVA DE ÁGUA PRECIPITÁVEL  
UTILIZANDO IMAGENS MULTIESPECTRAIS DO VAS

Nelson J. Ferreira, Keiko Tanaka e Marlene E. Ferreira

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Centro de Aplicação de Satélites Ambientais - CSA  
C.P. 515 - 12201 - São José dos Campos - SP

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia para estimar água precipitável a partir de dados obtidos em três canais espectrais (7, 8, 10) do sondador atmosférico VAS, instrumento que opera a bordo dos satélites geoestacionários GOES. Estes canais trazem informações a respeito do campo de umidade na baixa troposfera. A presente metodologia constitui uma aplicação especial do método simultâneo de Smith-Woolf destinado a inferir perfis verticais de temperatura e de umidade a partir de radiancias obtidos por sondadores a bordo de satélites. A água precipitável foi calculada para 3 casos (287 sondadores) em latitudes médias (USA) e para 1 caso em região tropical úmida (Amazônia) e comparados com dados obtidos por radiossondagens coincidentes e simultâneas. Os resultados obtidos indicam que a presente técnica VAS superestima ligeiramente os valores de água precipitável.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição espacial e temporal da água precipitável presente na atmosfera, é importante na identificação de áreas propícias para desenvolvimento de atividades convectivas.

Tradicionalmente a água precipitável tem sido estimada utilizando-se perfis verticais de temperatura e umidade obtidos através da rede convencional de radiossondagens. Com o advento dos satélites meteorológicos métodos alternativos foram desenvolvidos para estimar água precipitável (Staelin et al., 1976; Aoki and Inoue, 1982).

De particular relevância para o presente trabalho são os dados obtidos por instrumentos que operam a bordo dos satélites geoestacionários GOES, como é o caso do sondador VAS (VISSR Atmospheric Sounder - Sondador Atmosférico VISSR), com 12 canais espectrais (1 no visível e 11 no infravermelho). Projetado para aplicações múltiplas, o VAS pode ser operado nos modos MSI (Multi-spectral Imaging - Imageamento Multiespectral) e DS (Dwell Sounding - Sondador Residente). O modo MSI é operacional e obtém imagens completas do disco de terra a cada meia hora. Neste caso pode ser programada a obtenção de dados em 4 ou 5 canais do instrumento. Por sua vez, o modo DS não é operacional e destina-se à sondagem atmosférica, fornecendo dados nos 12 canais de instrumento.

Algoritmos VAS/DS para a inferência de perfis verticais de temperatura e de umidade, assim como de diversos sub-produtos de interesse meteorológico como a água precipitável, fundamentados no método simultâneo de Smith-Woolf (Smith et al., 1985) foram implantados no sistema McIDAS (Man-Machine Interactive Data

Access System - Sistema Interativo Homem/computador de Acesso a Dados) da Universidade de Wisconsin. Com estes algoritmos, estudos conduzidos por Ferreira (1986), mostraram a potencialidade da técnica VAS para a caracterização de estados pré-convectivos na Amazônia por meio da análise de sub-produtos de sondagem, especialmente água precipitável e índices de instabilidade estática.

Entretanto o VAS/DS apenas monitora o Hemisfério Sul em casos especiais. Como nos trópicos a análise da configuração de vapor d'água e da atividade convectiva requer observações frequentes sobre um amplo domínio espacial a utilização prática dos produtos VAS/DS é limitada.

Com o objetivo de ampliar a aplicação do VAS este trabalho apresenta uma metodologia para estimar água precipitável com dados obtidos no modo VAS/MSI transmitidos operacionalmente a cada meia hora sobre a América do Sul.

### METODOLOGIA

O algoritmo VAS/DS implementado no McIDAS (Smith et al., 1985) para estimar água precipitável foi modificado para utilizar dados de apenas 3 bandas espectrais, em particular nos canais 7, 8 e 10 (VAS/MSI). O canal 7 em  $12.67\mu\text{m}$ , detecta a radiação emitida pelo  $\text{H}_2\text{O}$  na baixa troposfera. O canal 8 em  $11.1\mu\text{m}$ , situa-se na janela em ondas longas, traz informação sobre a umidade próxima do solo. O canal 10 em  $6.73\mu\text{m}$ , por sua vez, foi configurado para prover informações sobre o vapor d'água na camada centrada em 400mb.

Para estimar a água precipitável é necessário primeiro inferir os perfis de umidade em pontos de grade com resolução espacial previamente estabelecida. Neste procedimento utiliza-se um conjunto de dados auxiliares destacando-se os dados de superfície da rede convencional e as estimativas iniciais de ar superior (temperatura e umidade), que no presente trabalho foram obtidos a partir das análises do NMC (National Meteorological Center - Centro Nacional de Meteorologia dos EUA)

### RESULTADOS

#### - Latitudes médias

A água precipitável foi calculada para 3 casos (24/4; 25/4 e 26/4/86) com os métodos VAS/DS e VAS/MSI cobrindo a região continental.

Ambos os conjuntos de sondagens do satélite dos Estados Unidos da América do Norte foram comparados com radiossondagens realizadas na área em horários próximos ao da tomada de dados por satélites. Os resultados estatísticos encontram-se na Tabela 1. Note-se que as tendências são em geral negativas, o método VAS/DS apresenta em geral valores absolutos menores.

Os valores para o erro médio quadrático indicam que os desempenhos do método VAS/MSI e VAS/DS são comparáveis. Entretanto, mais casos devem ser analisados para uma melhor caracterização estatística dos resultados.

TABELA 1

TENDÊNCIA E ERRO MÉDIO QUADRÁTICO PARA A ÁGUA PRECIPITÁVEL DERIVADA DE RADIOSSONDAGEM E DE SATÉLITE, PARA LATITUDES MÉDIAS

DATA	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES DE SATÉLITE VAS MSI/VAS DS	TENDÊNCIA (mm) VAS MSI/VAS DS	ERRO MÉDIO QUADRÁTICO VAS MSI/VAS DS
24/4/86	66/76	-3,78/-2,64	2,37/2,52
25/4/86	109/86	-4,87/-3,43	3,79/3,79
26/4/86	112/107	0,34/-0,62	3,95/2,82
TOTAL	287/269	MÉDIA: -2,77/-2,23	MÉDIA: 3,37/3,04

- Trópico úmido

Foi também calculado um conjunto de dados de água precipitável para a Amazônia com os métodos VAS/DS e VAS/MSI mostrados na Figura 1.

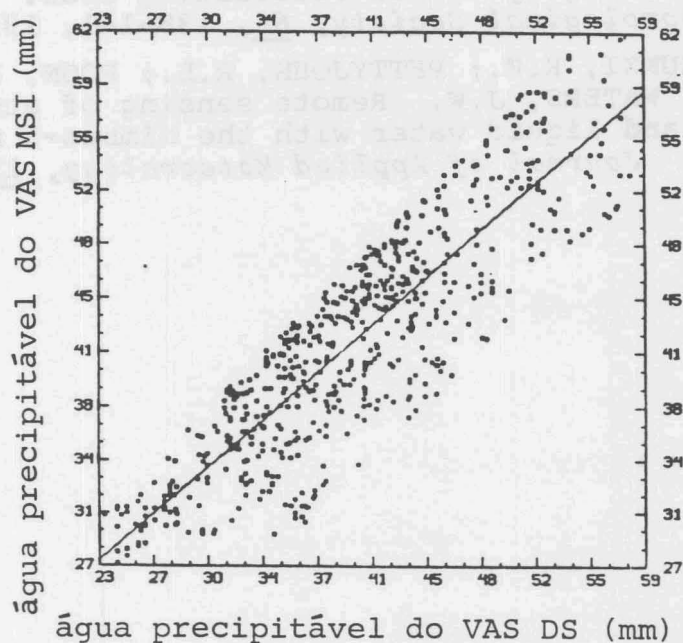


Fig. 1 - Água precipitável derivado do VAS DS (11:48 UTC) versus VAS MSI (12:00 UTC) no dia 8 de julho de 1985. Área: 30 a 90°W e 0 a 10°S.

O número reduzido de radiossondagens para a região Amazônica impossibilitaram comparações como as realizadas para os casos de latitudes médias. Na etapa final de processamento, os dados foram submetidos a controle de qualidade de caráter subjetivo fundamentado em critério de consistência horizontal. Cada VAS DS foi comparado com VAS MSI localizado dentro de um raio de 100 km. Os valores obtidos mostram que a água precipitável estimada do VAS MSI é ligeiramente maior do que a estimada do VAS DS. A

diferença média é 1,9mm e o erro médio quadrático é 4,2mm.

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que a inferência de água precipitável com o uso de apenas 3 canais do VAS (modo MSI), superestima ligeiramente os valores de água precipitável. Entretanto essa metodologia possibilita detectar quase-continuamente a evolução do conteúdo de vapor de água nos trópicos.

Mais estudos fazem-se necessários para avaliar sua aplicação principalmente na região Amazônica onde dados convencionais são geralmente escassos ou mesmo inexistentes.

### BIBLIOGRAFIA

- AOKI, T.; INOUE, T. Estimation of the precipitable water from the IR channel of the geostationary satellite. *Remote Sensing of Environment*, 12:219-228, 1982.
- FERREIRA, M.E. Um estudo sobre a convecção na Amazônia utilizando dados de sondagem do VAS. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 1(2):61-66, dez. 1986.
- SMITH, W.L.; WADE, G.S.; WOOLF, H.M. Combined atmospheric sounding cloud imagery: a New Forecasting Tool. *Bulletin American Meteorological Society*, 66, 138-141, 1985.
- STAELIN, D.H.; KUNZI, K.F.; PETTYJOHN, R.L.; POON, R.K.L.; WILSOX, R.W.; WATERS, J.W. Remote sensing of atmospheric water vapour and liquid water with the Nimbus-5 microwave spectrometer. *Journal of Applied Meteorology*, 15:1204-1214, 1976.