

---

## Estimativa de Precipitación a través de Información de Satélite TRMM

Instinct of Precipitation through Information of Satellite TRMM

**Américo Wilson Fabião**

<americo.wilson@live.com.pt>

Instituto Superior Politécnico de Songo - Tete, Mozambique.

---

### RESUMEN

El objetivo del artículo es caracterizar los satélites meteorológicos de estimativa TRMM de la variable meteorológica precipitación. El conocimiento de la precipitación media sobre un área es importante para el pronóstico de tiempo y simulaciones climáticas utilizando modelos de circulación general. La información de precipitación estimada a través del satélite TRMM es fiable para ayudar en la prevención y mitigación de desastres ambientales.

**Palabras clave:** estimativa de precipitación, satélite meteorológico, simulaciones climáticas.

### ABSTRACT

The objective of the article is to characterize the meteorological satellites of instinct TRMM of the variable meteorological precipitation. The knowledge of the precipitation half envelope an area is important for the presage of time and climatic simulations using models of general circulation. The information of instinct precipitation through the satellite TRMM is reliable to help in the prevention and mitigation of environmental disasters.

**Keywords:** instinct precipitation, meteorological satellites, climatic simulations

---

## INTRODUCCIÓN

La precipitación es uno de los parámetros climatológicos más importantes para el establecimiento del bien estar socioeconómico y ambiental de una cierta región. Aliado a eso, es uno de los parámetros atmosféricos más difícil de ser medido considerando la su alta variabilidad espacio-temporal, particularmente sobre las regiones tropicales. En áreas locales, la precipitación es un importante indicador de la calidad de vida, así como es factor preponderante para analice del ambiente, gerenciamiento de recursos hídricos y de las actividades económicas. Sin embargo, la mala distribución de pluviómetros sobre el continente y la relativa falta de datos sobre el océano tienen limitado la utilización y el conocimiento sobre la precipitación para fines de analice en las regiones tropicales.

El desarrollo de estimativas de precipitación por satélite permite rellenar una omisión dejada por la red convencional de pluviometría, no solamente pronosticando informaciones en regiones inexistente, como también posibilitando informaciones más refinadas.

Los principales instrumentos para monitorear la precipitación son los pluviómetros, los radares y los sensores que operan a bordo de satélites. La heterogeneidad, tanto espacial cuanto temporal, es peculiar a la precipitación y, así, el uso de pluviómetros y de radares requieren una red extensa, bien mantenida y calibrada, lo que en general está fuera del alcance de la mayoría de los países en desarrollo. Estos problemas son acentuados, especialmente en regiones montañosas.

La mayoría de los satélites meteorológicos están en órbitas geoestacionaria y polar helio síncrona. Los satélites geoestacionarios más importantes para estimativa de precipitación son los americanos de la serie GOES (Geosynchronous Operational Environmental Satellite) y los europeos de la serie Meteosat (Meteorological Satellite). Todos estos satélites cargan a bordo sensores en bandas localizadas en las regiones espectrales del visible (VIS) y del infrarrojo (IR), con resolución espacial en la superficie que varía entre 1 y 11 km. Entre los satélites en órbita polar encuentran-se: los operaciones de la serie NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), portadores del AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), los del DMSP (Defense Meteorological Satellite Program), que en 1987 incluye en su carga útil el SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) y, el TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission), lanzado en noviembre de

1990, este permite obtener datos de precipitación pluvial con una resolución espacial de 28 x 28 km y resolución temporal en escala mensual y diaria desde el año 1997 [1].

El objetivo del artículo es caracterizar los satélites meteorológicos de estimativa de la precipitación TRMM, las técnicas y la importancia en la prevención de desastres climáticos.

## **DESARROLLO**

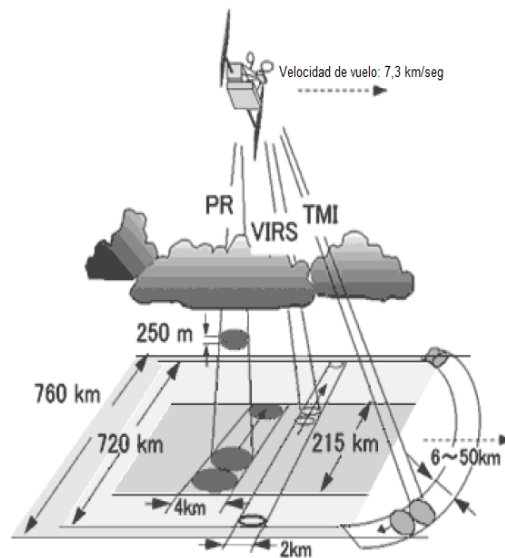
### **Satelite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)**

El satélite TRMM es un proyecto conjugado entre la NASA y la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA), y fuilanzado en 27 de noviembre de 1997 con el objetivo específico de monitorear y estudiar la precipitación en los trópicos, allende verificar como la misma influencia el clima global lo planteado por Kummerow, conforme [2] y la energía (el calor latente de condensación) que ha pasado por variabilidades en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

El satélite posee órbita oblicua no-helios síncrona bastante baja (inicialmente 350km, desde 2001 cerca de 403km), de forma que el período de translación es bastante corto (91 minutos), permitiendo resoluciones espacial y temporal comparativamente altos. Los instrumentos a bordo del TRMM son: imágenes de microondas (TMI), radar de precipitación (PR), radiómetro en el visible y en el infrarrojo (VIRS), sensor de energía radiante de la superficie terrestre y de las nubes (CERES), y sensor para imágenes de relámpagos (LIS). Para refinar las estimativas, existe un programa paralelo de validación en campo (Ground Validationo GV), contando con radares meteorológicos en diversas estaciones o largo de la faja intertropical, [2, 3].

El sensor de microondas (TMI) es el principal instrumento en la medición de precipitación obtenida a través de la ley inversa de Planck y correlación con temperatura de topo de nube. El instrumento mide con un ángulo NADIR de 49°, el que resulta un ángulo de incidencia en la superficie terrestre de 52.8°. Para refinar las estimativas afectadas por las diferentes formaciones de nubes hace uso del radar de precipitación (PR), que es el primero radar meteorológico a ser lanzado a bordo de satélite, permitiendo producir mapas tridimensionales de estructuras precipitantes. Ese radar es capaz de detectar tasas de

precipitación muy bajas, de la orden de menos de  $0.7\text{mmh}^{-1}$  presentado por Kawanishi según [4]. Proceso de adquisición de datos del TRMM figura 1.



**Figura 1:** Ilustra esquema de adquisición de datos por el sensor de microondas (TMI, barradura verde), radiómetro (VIRS, barradura amárela) y radar meteorológico (PR, barradura rojo) del Satélite TRMM. Fuente: [4]

Las grandezas primarias medidas por los instrumentos TMI, PR y VIRS son, respectivamente, temperatura, potencia y radiación. A partir de combinaciones sucesivas entre esas medidas y sus cruzamientos con productos de otros satélites, son obtenidas las estimativas referentes a la precipitación, cuya resolución temporal y espacial depende del refinamiento de estimativa.

Para refinar las mediciones existe un programa de validación en campo (Ground Validation o GV), incluyendo radares meteorológicos en diversas estaciones al longo de faja intertropical.

Conforme [5], la precipitación estimada por el TRMM fue originada del producto TRMM 3B43 version 6, el cual fornece estimativa de precipitación derivado de dos otros productos a saber: la estimativa con frecuencia de 3 horas del algoritmo 3B42 V6 y la precipitación observada por pluviómetros del proyecto Global Precipitation Climatology Centre (GPCC).

El producto TRMM 3B42 V6, realiza dos operaciones para efectuar la estimativa de precipitación. Donde en la primera etapa combina la precipitación estimada por el Microwave Imager (MI), que es un sensor de microondas pasivo proyectado para fornecer

informaciones cuantitativas de precipitación, con el perfil de precipitación del Precipitation Radar (PR), [6].

El satélite TRMM genera diversos productos (estimativas) de acuerdo con la combinación de instrumentos usada en el algoritmo de cálculo. El producto 3B42, usa estimativas de precipitación por microondas del TMI, arreglados a través de informaciones sobre la estructura vertical de las nubes, obtenidas del PR. El proyecto TRMM posee un programa de validación en campo para minimización de las diferencias entre estimativas por satélite y mediciones en el suelo. Las estimativas son entonces convertidas para acumulados mensuales a través de interpolación para rellenar la omisión en la continuidad temporal, de ocurrencias de baja frecuencia de pasaje, generando el producto 3B31. Este producto tiene alta resolución espacial, de 0,25°, pero resolución temporal baja. Los acumulados mensuales son entonces usados para corregir estimativas basadas en imágenes del infrarrojo de satélites de la serie GOES, los cuales poseen resolución temporal de 3 horas. Consigue así un producto que combina resoluciones temporal y espacial altas.

La gran ventaja de este producto en especial es su alta resolución temporal, de 3 horas, y espacial, de 0.25°, en la faja entre 50°S y 50°N [2]. Por otro lado, la desventaja es la complejidad del algoritmo y el número de datos necesarios para generar el producto, de forma que los datos no son distribuidos de forma inmediata. Así mismo, actualmente las estimativas de un mes cualquier son disponibles hasta el día 15 del mes siguiente, plazo que puede ser considerado relativamente corto.

### **Técnicas de Estimativa de Precipitación por Satélites**

Las técnicas de estimativa de precipitación a través de imágenes de satélites utilizan la radiación que es arrojada o reflejada por la nube. La relación entre la ocurrencia y la intensidad de lluvia *versus* la temperatura radiométrica y el brillo del topo de nubes y la base de la mayoría de las técnicas para la estimativa de precipitación que usan observaciones realizadas por satélites en las bandas del VIS y del IR. Entretanto, tampoco toda nube con alto brillo y baja temperatura de topo produce lluvia y tampoco toda lluvia es producida por nubes brillantes y frías. La ocurrencia de lluvia no depende de muchos factores ambientales, con grandes variaciones de caso para caso [7].

Las técnicas más simples usan correlaciones, lineales y no lineales, entre la precipitación y la temperatura del topo de las nubes y asocian a cada elemento de imagen IR un valor para la tasa de precipitación. Avanzos recientes resultan de la incorporación de criterios

adicionales, tales como área de extensión, variaciones espacio-temporales de temperatura de topo de la nube, e informaciones sobre la estructura de los sistemas de precipitación fornecidas por modelos numéricos de nube, entre otros.

La técnica GPI (GOES Precipitation Index), desarrollada por [8], es una de las más simples porque se fundamenta en la correlación entre datos de radar y áreas de cobertura de nubes obtenidas durante el experimento GATE (GARP Atlantic Tropical Experiment).

Una de las limitaciones básicas en el uso de las imágenes VIS e IR es el hecho de ser las nubes opacas en estas bandas del espectro electromagnético debido a las cortas longitudes de onda. El uso de estas longitudes de onda para la estimativa de precipitación es limitado a los métodos estadísticos y empíricos, que relacionan de forma indirecta, cantidad de lluvia y área de cobertura de nube con temperatura e intensidad de brillo. Sin embargo, en la región espectral de las MW la longitud de onda es relativamente largo, el que hace con que la interacción de la radiación con nubes sea flaca y la interacción con gotas de lluvia sea fuerte. Esto favorece la eliminación de la tendenciosidad característica de los métodos que usan imágenes VIS e IR.

Los instrumentos que operan en MW están limitados a los satélites de órbita polar con bajas resoluciones temporal (dos veces al día) y espacial (25 km, en media). Pero, existe la posibilidad de colocarse un sensor de MW de alta frecuencia (118 GHz - 215 GHz) en un satélite geoestacionario.

## **CONCLUSIONES**

Por ser altamente indirectas, desarrolladas y calibradas para regiones y estaciones específicas del año, muchas veces diferentes de aquellas y que son aplicadas, las técnicas de estimativa de precipitación que usan imágenes IR presentan, en general, grandes tendenciosidades. Una vez que las técnicas que utilizan observaciones en MW admiten conceptos más directos entre las tasas de lluvia y la microfísica de las nubes, la combinación entre imágenes IR y MW ha sido explorada por varios autores en los últimos año. El concepto básico consiste en admitir las estimativas calculadas utilizando observaciones en MW como correctas y úsalas en la calibración de una otra técnica que usa apenas imágenes IR. Ejemplos de las metodologías para uso climático son presentados por [9]. [10] propusieron un esquema que permite calibración constante de estimativas IR y tasas de precipitación obtenidas por medio de relaciones multilineares

entre IR y MW calculadas dos veces al día. El método tiene uso potencial en el estudio de fenómenos sinópticos y de meso escala. Otro conjunto de técnicas para estimativa de precipitación tiene como base la combinación de diversos canales en satélites geoestacionarios (11, 12 y 3,9 mm) para la discriminación de nubes cirros y cúmulos bajos que no producen lluvia [11].

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Pereira G, Silva E, Moraes C y Cardozo FS., (2013) - Avaliação dos Dados de Precipitação Estimados pelo Satélite TRMM para o Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2013; 18(3):139-148.

[2] Collischonn D, Allasia MC, Tucci E. Performance of TRMM satellite precipitation estimates over the Upper Paraguai River Basin. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH-UFRGS); 2007.

[3] Diaz FCC, Pereira D, Nobrega N. Validação de dados de precipitação diária estimados por satellite sobre a bacia do rio Una. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil; 2015.

[4] Collischonn B. USO de precipitação estimada pelo satellite TRMM em modelo hidrológico distribuído, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre; 2006.

[5] Meng J, Zhao L, Wang L y Shao Q. Suitability of TRMM satellite rainfall in driving a distributed hydrological model in the source region of Yellow River. *Journal of Hydrology*. 2014; 509:320-332.

[6] Aires U, Melo Neto J y Mello D. Estimations for rainfall extract from the TRMM satellite for the Paraopeba River Watershed, *Rev. Scientia Agraria*. 2016; 17(2):57-66.

[7] Wylie D. An application of a geostationary satellite rain estimation technique to an extratropical area. *J. Appl. Meteorol.* 1979; 18.

[8] Arkin PA. The relationship between fractional coverage of high cloud and rainfall accumulations during GATE over the B-scale array, *Mon. Wea. Ver.* 1979; 107:1382-1387.

[9] Vicente G, Anderson J. A new rain retrieval technique that combines geosynchronous IR and MW polar orbit data for hourly rainfall estimates. *AMS Conf. Satellite Meteorology and Oceanography*, 7th, Proceedings; 1994.

[10] Adler R, Negri A, Keehn P, and Hakkarinen I. Estimation of monthly rainfall over Japan and surrounding water from a combination of low-orbit microwave and geosynchronous IR data. *J. Appl. Meteor.* 1993.

[11] Kurino T. A satellite infrared technique for estimating "deep/shallow" convective and stratiform precipitation. *Adv. Space Res.* 1997;(19): 551-514.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Carmines EG y Zeller RA. Reliability and validity assessment. Beverly Hills, Cal.: Sage Publications, Serie "Quantitative Applications in the Social Sciences". 1979; 17.

Comunicometría. Evaluación de productos por medio del diferencial semántico; 1998.

Cooper SC y Curtis JP. ESP: Econometric Software Package. Chicago: Graduate School of Business, University of Chicago. México: Departamento de Investigación de Comunicometría; 1976.

Cronbach LJ. Essentials of psychological testing. Nueva York: Gardner Press.

Cronbach LJ, Meehl, PE. Construct validity in psychological test. Psychological Bulletin. 1984; 52(28): 1-302.

Cherry F, Deaux K. Fear of success versus fear of gender-inappropriate behavior. Sex Roles. 1978; (4): 97-102.

Christensen LB. Experimental methodology. Boston: Allyn and Bacon. Segunda edición. 1980.

Recibido: 16 de marzo de 2017

Aceptado con recomendaciones: 4 de mayo de 2017

Aceptado: 22 de junio de 2017