

Journal Club do Laboratório de Física Atmosférica Departamento de Física Aplicada

Alex Sandro Alves de Araujo

Orientador: Prof. Dr. Henrique de Melo Jorge Barbosa

Instituto de Física da USP - IFUSP

alex.fate2000@gmail.com

11 de abril de 2018

Trabalho a ser apresentado

FEBRUARY 2009

NEGRÓN JUÁREZ ET AL.

289

Comparison of Precipitation Datasets over the Tropical South American and African Continents

ROBINSON I. NEGRÓN JUÁREZ, WENHONG LI, RONG FU, AND KATIA FERNANDES

School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia

ANDREA DE OLIVEIRA CARDOSO

Universidade de Campinas, Campinas, Sao Paulo, Brazil

(Manuscript received 19 March 2008, in final form 13 August 2008)

Estrutura da apresentação

- Introdução
 - Florestas Tropicais, Dados de Chuva e Objetivos do Trabalho
- Áreas
 - Regiões de Estudo: Amazônia, Congo e Nordeste Brasileiro
- Data sets
 - CPC, GPCC e CLMNL (observações); CMAP, GPCP e TRMM (combinados); INMET, CRU e GPCC (climatologia para o período 1961-1990)
- Padrões
 - Climatologia e Ciclos Sazonais entre os Data Sets
- Inter comparação
 - Distribuição Espacial do Coeficiente de Determinação e Análise Temporal
- EOFs
 - Revisão, Componentes e EOFs Principais
- Sensibilidade
 - Eventos Extremos e Anomalias
- Conclusões
- Referências

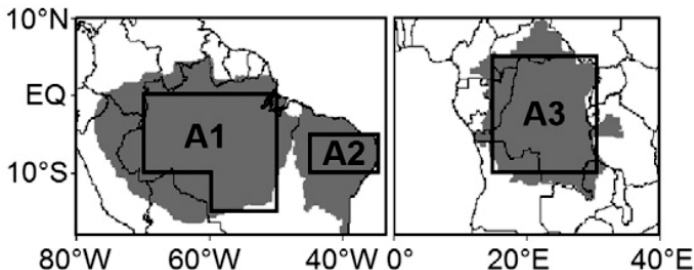
Florestas Tropicais, Dados de Chuva e Objetivos do Trabalho

- As florestas tropicais cobrem **12 % da superfície da Terra** e representam os maiores biomas terrestres e centros de chuva.
- Desse total, **35 % estão localizados na Bacia Amazônica e 11 % na Bacia do Congo**, constituindo as duas maiores florestas tropicais contíguas.
- Apesar da importância, **é baixa ainda a acurácia das estimativas de chuva nessas regiões**, incluindo quantidade e variações espaciais e temporais, como resultado das observações *in situ* serem esparsas.
- Como consequência, **existem diferenças substanciais entre os diferentes dados de chuva**.
- Até a data de publicação desse trabalho (2009), **nenhum estudo anterior havia investigado** a concordância dos **padrões espaciais e variação sazonal** de diferentes *data sets* de chuva, assim como a variação climatológica, com foco exclusivo nas áreas tropicais terrestres.
- Foram comparados entre si **seis data sets de precipitação** (amplamente usados em estudos climáticos), três dos quais são baseados em observações apenas, e os outros três são combinações de observações e de dados de satélite.
- Dessa forma, os **objetivos** desse trabalho foram os seguintes:
 1. Realizar análises comparativas entre esses *data sets* nas regiões da **Bacia Amazônica, do Nordeste Brasileiro e da Bacia do Congo**.
 2. Avaliar a capacidade desses dados em representar a variabilidade da precipitação.

Áreas de Estudo

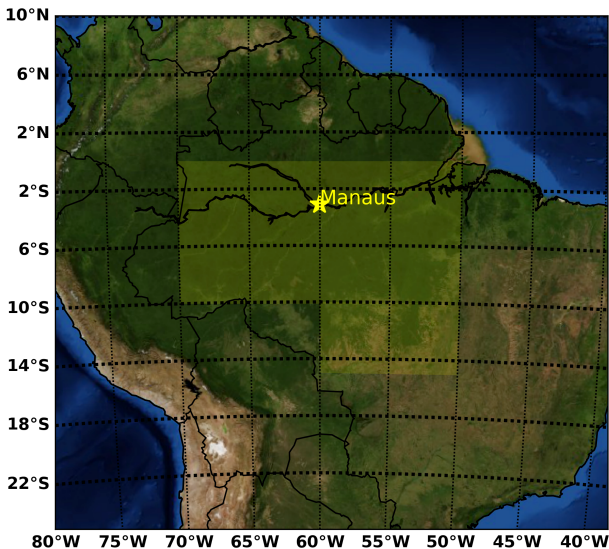
● As três regiões escolhidas, junto com as estimativas anteriores de precipitação anual, foram as seguintes:

1. **Bacia Amazônica (A1 no mapa abaixo):**
Dentro de 0° - 15° S e 50° - 70° W - Floresta tropical úmida - 2124 mm.
2. **Nordeste Brasileiro (A2):**
 5° - 10° S e 35° - 45° W - Dominado por savana - 1800 (regiões costeiras) a menos de 400 mm (regiões de semiárido), com recorrentes eventos de seca.
3. **Bacia do Congo (A3):**
 5° N- 10° S e 15° - 30° E - Floresta tropical úmida - 1506 mm.



Bacia Amazônica (A1)

- Dentro de 0° - 15° S e 50° - 70° W - Floresta tropical úmida - 2124 mm.



Dados Observados de Precipitação

- Sobre as regiões de estudo, o número de estações de observação é esparsa e varia no tempo. Em 2009, o número era da ordem 100 na Bacia Amazônica (A1) e no Nordeste Brasileiro (A2), mas com maior densidade em A2. Sobre a Bacia do Congo (A3), o número de estações (segundo o GPCC) era da ordem de 10, localizadas nas regiões norte e oeste da Bacia.

Data Set	Main characteristics
CLMNL5	Climanálise (No available reference yet. Data available by request). Spatial resolution: $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$. Area: Brazil. Series: 1961–present. Data source: rain gauge. CLMNL5 data are composed of surface synoptic observations as well as rain gauge station data belonging to the Data Collection Center (CMCD) of INPE, Brazil. The data are collected on a daily basis and interpolated to a regular grid interval of $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ using the Kriging method (Krige, 1951). On average, data from 1000 stations are collected daily over South America.
CPC	Climate Prediction Center (Silva et al., 2007). Spatial resolution: $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Area: South America. Series: 1978–present. [Available online at ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/wd52ws/SA/historical/]. Data source: rain gauge. Gridded method: Modified Cressman (Cressman, 1959) scheme (Glahn et al., 1985) e (Charba et al., 1992).
GPCC	Global Precipitation Climatology Centre (Rudolf and Schneider, 2005) e (Schneider et al., 2008). Resolution: $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Coverage: Global. Series: 1986–present. [Available online at http://gpcc.dwd.de]. Data source: rain gauge. Gridded method: SPHEREMAP interpolation (Willmot et al., 1985). A gradual decrease of the number of stations from more than 40,000 in 1986–91 to less than 7,500 stations after 2007 is caused by the delay of the delivery to and by postprocessing at GPCC.

Alguns dos conjuntos de dados de precipitação utilizados em Negrón Juárez et al. (2009). Tabela transcrita em inglês.

Dados Combinados de Precipitação

Data Set	Main characteristics
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission (Huffman et al., 2007). TRMM merged with other satellite data and rain gauge estimates (3B43-V6). Resolution: $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$. Area: 180W–180E, 50N–50S. Series: 1998–present. [Available online at http://daac.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/.] Data source: Microwave: TRMM satellite, Special Sensor Microwave Imager (SSM/I), Advanced Microwave Scanning Radiometer for Earth Observing System (AMSR-E), Advanced Microwave Sounding Unit-B (AMSU-B); Infrared (IR): window-channel (10.7 mm) IR data from the international constellation of geosynchronous earth orbit (GEO) satellites; gauge: GPCC, Climate Assessment and Monitoring System (CAMS; Xie et al. (1996)). Microwave and IR data are merged into a calendar month and then combined with gauge data, as in Huffman (1997).
GPCP	Global Precipitation Climatology Project (Adler et al., 2003). Resolution: $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$. Coverage: Global. Series: 1979–present. [Available online at http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/gpcp/v2/sat_gauge_precip.] Data sources: SSM/I emission (Wilheit et al., 1991), SSM/I scattering (Grody 1991, Ferraro 1997), and IR-based Goddard Earth Observing System (GEOS) precipitation index (Arkin and Meisner 1987), Television and Infrared Observation Satellite Operational Vertical Sounder (TOVS)-based estimates, outgoing longwave radiation (OLR) precipitation index (Xie and Arkin 1998), GPCC, Global Historical Climate Network (GHCN, produced by NOAA) and CAMS. Merging technique from 1979–87 (use OLR precipitation index) is from Xie and Arkin (1998) and from 1987–present (use SSM/I) is similar to Huffman (1997).
CMAP	CPC Merged Analysis of Precipitation (Xie and Arkin 1997). Resolution: $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$. Area: Global. Series: 1979–present. [Available online at ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/cmap/monthly.] Data sources: Seven input data sources: GPCC rain gauge, IR-based GOES precipitation index, OLR precipitation index, Microwave Sounding Unit (MSU)-based Spencer (Spencer 1993), SSM/I scattering, SSM/I emission, and National Centers for Environmental Prediction–National Center for Atmospheric Research (NCEP–NCAR) reanalysis (Kalnay et al. 1996). Merging algorithm: Xie and Arkin (1996).

Dados Climatológicos (1961-90) de Precipitação

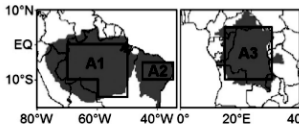
Data Set	Main characteristics
INMET	Brazilian National Weather Service (Instituto Nacional de Meteorologia 1992). Resolution: $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$. Area: Brazil.
CRU	Climatic Research Unit (New et al. 1999). Resolution: $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$. Area: Global.
cGPCC	Global Precipitation Climatology Project (Rudolf and Schneider 2005). Resolution: $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Area: Global.

Continuação da tabela anterior.

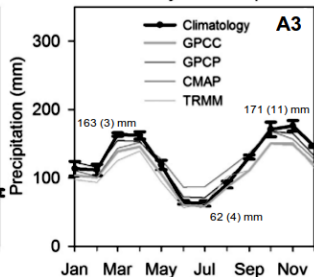
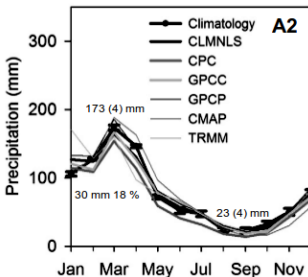
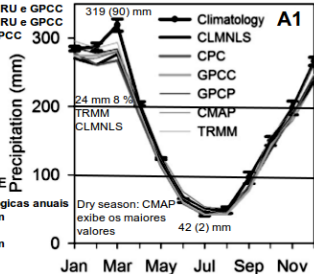
Climatologia e Ciclos Sazonais entre os Data Sets

* Os períodos vão de 1986 a 2005, exceto para o TRMM (1998 a 2005).

A1: INMET, CRU e GPCC
A2: INMET, CRU e GPCC
A3: CRU e GPCC



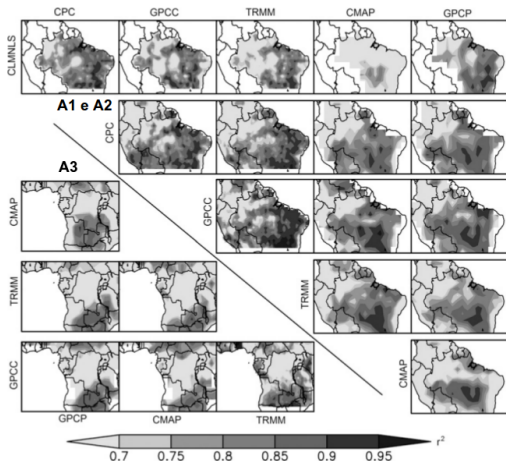
Médias climatológicas anuais
A1: 2081 (36) mm
A2: 933 (35) mm
A3: 1508 (52) mm



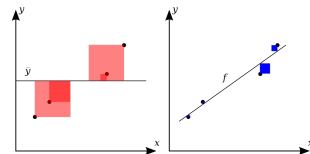
Climatologia e Ciclos Sazonais entre os Data Sets

- Em sumário, para os **seis data sets**, as médias mensais de precipitação acumulada concordaram com significância, com intervalo de 95 % de confiança, como estimado pelo *bootstrap approach* ([Wilks, 2006](#)).
- Os **três** produtos climatológicos foram similares, com padrões de ciclo **anual** bem representados pelas médias dos demais. Entretanto, as diferenças nas médias mensais acumuladas entre os seis *data sets* chegam a 24 mm para a Amazônia, 25 mm para o Congo e 30 mm para o Nordeste Brasileiro. As máximas diferenças relativas ocorrem durante a estação seca: 17 % para a Amazônia, 38 % para o Nordeste e 26 % para o Congo.

Distribuição Espacial do Coeficiente de Determinação



Dados mensais de Janeiro de 1998 até Dezembro de 2005. CLIMNLS, CPC, GPCC e TRMM ($1^\circ \times 1^\circ$). GPCP e CMAP ($2,5^\circ \times 2,5^\circ$). Adaptado de [Negrón Juárez et al. \(2009\)](#).



Coeficiente de determinação r^2 .
Adaptado de [Wikipedia](#)

$r^2 = 1 - SS_{res}/SS_{tot}$, onde:

$$SS_{res} = \sum_i (y_i - f_i)^2$$

$$SS_{tot} = \sum_i (y_i - \bar{y}_i)^2$$

Análise Temporal dos Dados Observados

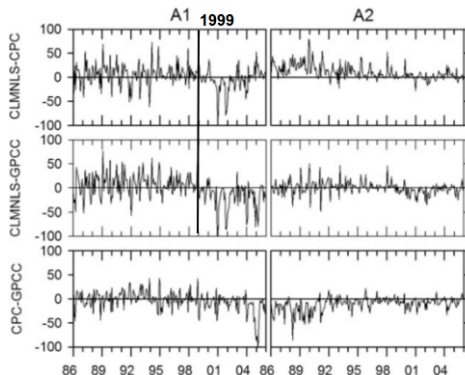


Tabela: Análise estatística da intercomparação dos conjuntos de dados sobre A1, A2 e A3. Período de 1986-2006, mostrando r^2 e RMSD. Destacados estão séries com variações significativamente diferentes, obtidas a partir da estatística F com 95 % de confiança.

Figura: Diferenças mensais (mm) entre os dados de observação apenas sobre A1 e A2

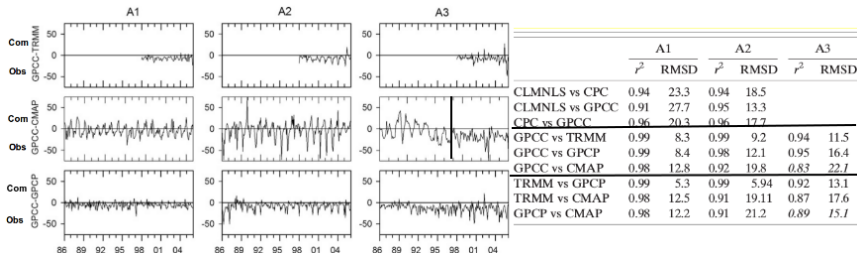
	A1		A2		A3	
	r^2	RMSD	r^2	RMSD	r^2	RMSD
CLMNLS vs CPC	0.94	23.3	0.94	18.5		
CLMNLS vs GPCC	0.91	27.7	0.95	13.3		
CPC vs GPCC	0.96	20.3	0.96	17.7		
GPCC vs TRMM	0.99	8.3	0.99	9.2	0.94	11.5
GPCC vs GPCP	0.99	8.4	0.98	12.1	0.95	16.4
GPCC vs CMAP	0.98	12.8	0.92	19.8	0.83	22.1
TRMM vs GPCC	0.99	5.3	0.99	5.94	0.92	13.1
TRMM vs CMAP	0.98	12.5	0.91	19.11	0.87	17.6
GPCP vs CMAP	0.98	12.2	0.91	21.2	0.89	15.1

Diferenças mensais (mm) entre os dados observados apenas, nas regiões A1 e A2.

Adaptado de [Negrón Juárez et al. \(2009\)](#).

- O *Root Mean Square Difference* é $RMSD = \sqrt{\sum_i (XA_i - xB_i)^2}$, para duas séries temporais XA e XB .

Análise Temporal Dados Observados vs Combinados



Diferenças mensais (mm) entre dados de observação apenas (GPCC) e combinados (TRMM, CMAP e GPCP), para todas as regiões estudadas. Adaptado de [Negrón Juárez et al. \(2009\)](#).

- Em A1, o CMAP o menor viés durante a estação chuvosa e o maior viés durante a estação seca.

Breve Revisão

- Os dados $F(\vec{x}, t)$ variam no espaço $\vec{x}$ e no tempo t e estão na forma de uma matriz:

$$F(\vec{x}, t) = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1p} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n1} & \dots & f_{np} \end{pmatrix}$$

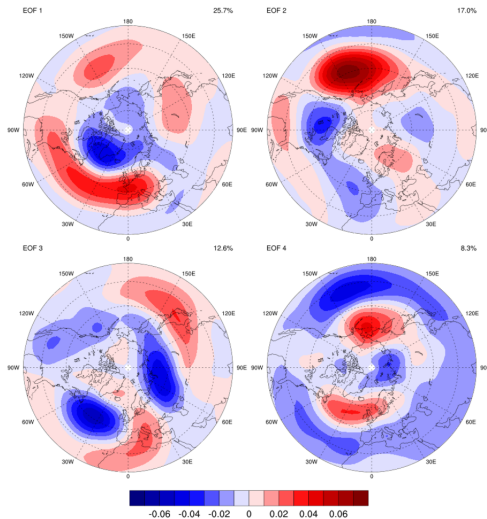
O método de EOFs (*empirical Orthogonal Functions*) nos permite decompor os dados em p modos de decrescente importância em explicação de variância. Com isso, conseguimos reduzir dimensionalidade dos dados, que são reescritos como:

$$F(\vec{x}, t) = \sum_{k=1}^p a(t) \cdot \vec{u}_k(\vec{x})$$

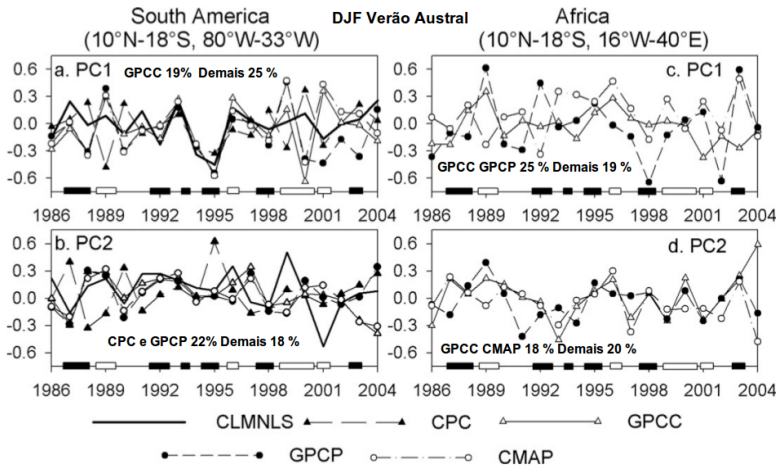
onde $a_k(t)$ é a componente principal $\vec{u}_k(\vec{x})$ é o EOF correspondentes ao k -ésimo modo.

Revisão

Classic EOFs: hgt: DJF: 1979-2011

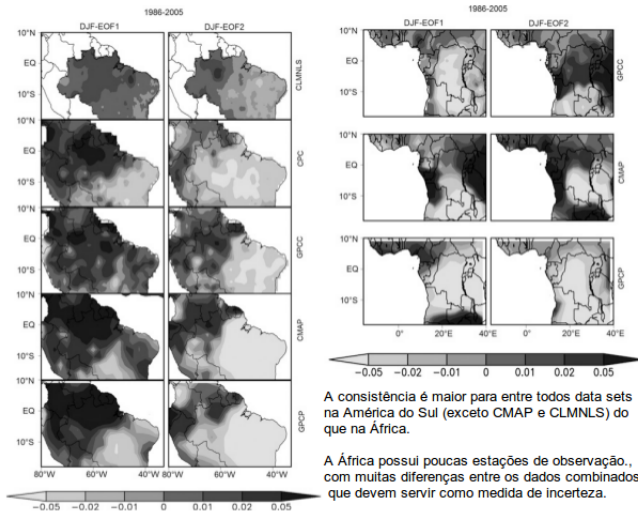


Componentes Principais



Séries temporais das componentes principais. As caixas aproximadamente representam a extensão temporal dos eventos de El Niño (em preto) e de La Niña (em branco) (Negrón Juárez et al., 2009).

Empirical Orthogonal Functions



Análise de EOFs na América do Sul (esquerda) e África (direita) para o verão (DJF) no período de 1986 - 2005. Adaptado de [Negrón Juárez et al. \(2009\)](#).

Anomalias

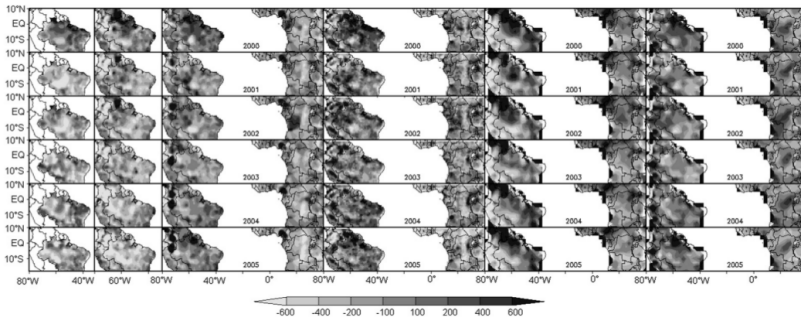


FIG. 7. Precipitation anomaly for the period 2000–05 for (a) CLMNL, (b) CPC, (c) GPCC, (d) TRMM, (e) GPCP, and (f) CMAP. The spatial resolution is $1^\circ \times 1^\circ$ except for GPCC and CMAP, which have $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ spatial resolution. GPCC climatological precipitation for the period 1961–90 was used for the anomaly.

Concluindo as Comparações

- A comparação dos dados de observação apenas mostraram que o GPCC e o CPC tem menores discrepâncias na América do Sul (maior r^2 e menor $RMSD$) do que na África.
- Na Bacia do Congo, O GPCP e o GPCC parecem ser similares, embora as diferenças tenham sido maiores do que na América do Sul.
- As médias de longo termo mostraram diferenças de 5 % entre os *data sets* na Amazônia, 22 % na África e 11 % no Nordeste Brasileiro.
- Embora os padrões sazonais gerais sejam semelhantes para todos os dados, foram observadas grandes diferenças nos padrões temporais e espaciais.
- Em geral, CMAP e o CLMNLS tiveram as maiores diferenças em relação aos outros *data sets*. Os conjuntos de dados vindos do GPCC, TRMM e do GPCP concordam significativamente em relação às áreas tropicais da América do Sul.

Referências



Adler, R. F., and Coauthors, 2003: The version-2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979–present). J. Hydrometeor., 4, 1147–1167.



Arkin, P. A., and B. N. Meisner, 1987: The relationship between large-scale convective rainfall and cold cloud over the Western Hemisphere during 1982–84. Mon. Wea. Rev., 115, 51–74.



Charba, J. P., A. W. Harrell III, and A. C. Lackner III, 1992: A monthly precipitation amount climatology derived from published atlas maps: Development of a digital database. NOAA TDL Office Note 92-7, 20 pp.



Cressman, G. P., 1959: An operational objective analysis system. Mon. Wea. Rev., 87, 367–374.



Ferraro, R. R., 1997: SSM/I derived global rainfall estimates for climatological applications. J. Geophys. Res., 102, 16 715– 16 735.



Glahn, H. R., T. L. Chambers, W. S. Richardson, and H. P. Perrotti, 1985: Objective map analysis for the local AFOS MOS program. NOAA Tech. Memo. NWS TDL 75, 34 pp.

Referências



Grody, N. C., 1991: Classification of snow cover and precipitation using the Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I). J. Geo- phys. Res., 96, 7423–7435.



Huffman, G. J., 1997: Estimates of root-mean-square random error for finite samples of estimated precipitation. J. Appl. Me- teor., 36, 1191–1201.



Huffman, G. J., and Coauthors, 2007: The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. J. Hydrometeor., 8, 38–55.



Kalnay, E., and Coauthors, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–472.



Krige, D. G., 1951: A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. J. Chem., Metall. Min. Soc. S. Afr., 52, 119–139.



Negrón Juárez, R. I., Li, W., Fu, R., Fernandes, K., and de Oliveira Cardoso, A. (2009). Comparison of precipitation datasets over the tropical south american and african continents. Journal of Hydrometeorology, 10(1):289–299.

Referências



New, M., M. Hulme, and P. D. Jones, 1999: Representing twentieth-century space–time climate variability. Part I: Development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *J. Climate*, 12, 829–856.



Rudolf, B., and U. Schneider, 2005: Calculation of gridded precipitation data for the global land-surface using in-situ gauge observations. *Proc. Second Workshop of the International Precipitation Working Group (IPWG)*, Monterey, CA, EUMETSAT, 231–247.



Schneider, U., T. Fuchs, A. Meyer-Christoffer, and B. Rudolf, 2008: Global precipitation analysis products of the GPCC. *Global Precipitation Climatology Centre Rep.*, 12 pp.



Silva, V. B. S., V. E. Kousky, W. Shi, and R. W. Higgins, 2007: An improved gridded historical daily precipitation analysis for Brazil. *J. Hydrometeor.*, 8, 847–861.



Spencer, R. W., 1993: Global oceanic precipitation from the MSU during 1979–91 and comparisons to other climatologies. *J. Climate*, 6, 1301–1326.



Wilheit, T., A. Chang, and L. Chiu, 1991: Retrieval of monthly rainfall indices from microwave radiometric measurements using probability distribution functions. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 8, 118–136.

Referências



Wilks, D. S., 2006: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2nd ed. Academic Press, 648 pp.



Willmott, C. J., C. M. Rowe, and W. D. Philpot, 1985: Small-scale climate maps: A sensitivity analysis of some common assumptions associated with grid-point interpolation and contouring. Amer. Cartogr., 12, 5–16.



Xie, P., and P. A. Arkin, 1996: Analysis of global monthly precipitation using gauge observations, satellite estimates, and numerical model predictions. J. Climate, 9, 840–858.



Xie, P., and P. A. Arkin, 1997: Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. Bull. Amer. Meteor. Soc., 78, 2539– 2558.



Xie, P., and P. A. Arkin, 1998: Global monthly precipitation estimates from satellite-observed outgoing longwave radiation. J. Climate, 11, 137–164.

FIM

OBRIGADO !