



ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTOS GEOESPACIAIS PARA MONITORAMENTO DE PRECIPITAÇÃO EM UMA REGIÃO MONTANHOSA TROPICAL

João Francisco Ferreira Sobreiro^(a), Annia Susin Streher^(a,b), Thiago Sanna Freire Silva^(a,b)

^(a) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Brasil. joaosobreiro@live.com; tsfsilva@rc.unesp.br, annia.streher@gmail.com

^(b) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro, Brasil.

Eixo: Climatologia em diferentes níveis escalares: mudanças e variabilidades

Resumo

A precipitação é um importante elemento do sistema climático, entretanto a análise de seus padrões no território brasileiro é muitas vezes dificultada pela baixa densidade espacial da rede de pluviômetros em solo. Produtos geoespaciais derivados de dados de sensoriamento remoto, combinados ou não com dados *in situ*, ajudam a solucionar esta limitação. Este estudo teve como objetivo analisar as correspondências entre os padrões de precipitação representados através dos produtos TRMM, CHIRPS, WorldClim e CHELSA, disponibilizados com resolução mensal, em uma área montanhosa tropical (Cadeia do Espinhaço Meridional, Brasil). Os produtos apresentaram boa correspondência entre os padrões macroclimáticos registrados, com o produto CHELSA apresentando maior diferença em relação aos demais. O produto CHIRPS apresenta-se como a melhor opção para análises nesta região, devido à sua resolução temporal e a incorporação de dados de diferentes fontes em sua formulação.

Palavras chave: pluviosidade; sensoriamento remoto; montanha; tropical

1. Introdução

A análise dos padrões temporais e espaciais de precipitação são essenciais para a compreensão dos mecanismos e processos relacionados ao ciclo hidrológico e ao funcionamento dos ecossistemas, além de ser um elemento importante para o planejamento territorial e para fundamentar discussões acerca das mudanças climáticas globais (MENDONÇA et. al, 2007). No Brasil, estas análises são muitas vezes limitadas pela baixa densidade da rede de monitoramento meteorológico, além de serem influenciadas pela escala reduzida de observação dos fenômenos climáticos através do monitoramento *in situ*; estações meteorológicas em solo apresentam características pontuais, que expressam maior correlação com os fenômenos microclimáticos, uma vez que coletam informações da precipitação e temperatura somente para a área localizada no entorno do dispositivo (DE ANGELIS, 2005).

As dificuldades de aquisição de dados meteorológicos podem ser superadas através do uso de produtos obtidos por sensoriamento remoto orbital. O sensoriamento remoto aplicado às ciências atmosféricas proporciona continuidade espacial e temporal ao monitoramento dos fenômenos climáticos observados



em escala local, assumindo um caráter de análise zonal e regional, e facilitando a compreensão dos processos climáticos multi-escalares que atuam conjuntamente sobre determinada região da superfície terrestre (MENDELSON et al., 2007).

Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi analisar a correspondência entre os padrões de precipitação registrados em produtos geoespaciais oriundos de quatro fontes distintas, para a região montanhosa tropical compreendida pela Cadeia do Espinhaço Meridional, Brasil.

2. Materiais e Métodos

A Cadeia do Espinhaço se estende por cerca de 1000 km, desde o Estado de Minas Gerais chegando até a Chapada Diamantina, na Bahia (Brasil). Sua porção meridional abrange uma área compreendendo desde o centro até o norte do Estado de Minas Gerais, encontrando-se entre as faixas latitudinais de 15° e 20° Sul (Figura 1). A região apresenta alta complexidade topográfica e um clima de transição com forte sazonalidade (CUPOLILLO et. al, 2008).

Tabela 1: Descrição dos produtos utilizados neste estudo e sua correspondente precipitação média anual extraída para a área de estudo. Fonte de dados: S (satélite); P (pluviômetro); T (topografia); R (reanálise).

	TRMM	CHIRPS	WorldClim	CHELSA
Resolução Espacial	25 x 25 km	5 x 5 km	1 x 1 km	1 x 1 km
Série Temporal	1998 - 2015	1981 - 2016	1960 - 1990	1979 - 2013
Precipitação (mm/ano)	1175	1137	1168	1193
Fonte de dados	S + P	S + P	P + T	R + P + T
Resolução Temporal	Mensal; Agregado (3 hr e 7 dias)	Diário; Pentadal; Mensal; Agregado (2 e 3 meses); Anual	Mensal	Mensal
Agência/Instituição	NASA + JAXA	CHG/USGS	Univ. Da Califórnia	Univ. De Hamburgo
Referência	Kummerow et. al, 2000	Funk et. al, 2015	Hijmans et. al, 2005	Karger et. al, 2016

Os produtos de precipitação utilizados foram: *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM 3B43), *Climate Hazards group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS), *WorldClim 30* arco-segundos (WorldClim), *Climatologies at High resolution for the Earth's Land Surface Areas* (CHELSA). Para cada produto foi calculada a média anual de precipitação e, posteriormente, a média anual climatológica para toda a série de dados a partir de imagens reamostradas para 1 km de resolução. A fim de avaliar a variação espacial entre os produtos de precipitação, foi calculada a diferença entre as médias anuais de precipitação oriundas de cada produto.

Para fins de comparação, foi realizado também o levantamento de todas as estações pluviométricas de solo existentes na região e administradas pela Agência Nacional de Águas (ANA), que possuíssem no mínimo 30 anos de dados de precipitação disponíveis, afim de compará-los com os produtos aqui analisados (Figura 1). Os dados brutos de cada estação foram adquiridos no site hidroweb.ana.gov.br. As comparações foram realizadas através do ajuste de modelos de regressão simples e posterior cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson.



3. Resultados e Discussão

Os produtos apresentaram forte correlação com os dados extraídos das 112 estações de solo, sendo os coeficientes de determinação da regressão simples: TRMM ($r^2 = 0,96$), CHIRPS ($r^2 = 0,98$), WorldClim ($r^2 = 0,95$) e CHELSA ($r^2 = 0,93$). Todos os produtos utilizam estações de solo em sua calibração, desta maneira as correlações possuem fim comparativo e não de validação. Mesmo assim, é importante considerar que as estações de solo utilizadas para a geração de cada produto podem não ser exatamente as mesmas utilizadas no presente estudo.

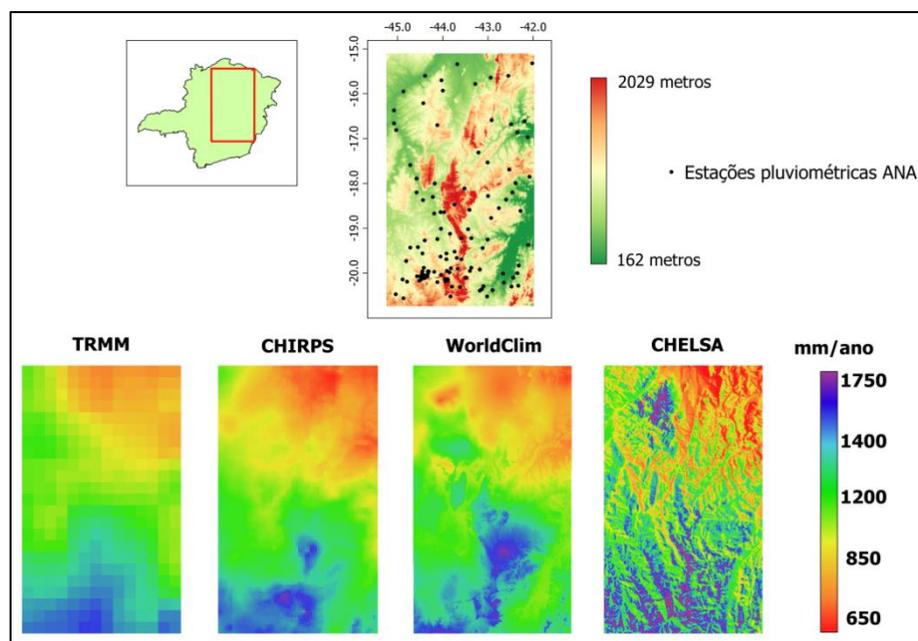


Figura 1: Localização da Cadeia do Espinhaço Meridional e das 112 estações pluviométricas de solo da Agência Nacional de Águas (ANA), selecionadas para comparação com os produtos geoespaciais, e médias anuais de precipitação para cada um dos produtos analisados. As médias foram calculadas para toda a série temporal disponível de cada um dos produtos: TRMM (1998-2015); CHIRPS (1981-2016); WorldClim (1960-1990); CHELSA (1979-2013). Fonte: elaborada pelo autor.

Observou-se que precipitação anual média dos produtos avaliados apresenta padrões similares, evidenciando um gradiente latitudinal com maior volume de chuvas ao sul (Figura 2). A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) atua em Outubro/Novembro principalmente no norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, deslocando-se para o centro-sul de Minas Gerais com a chegada do verão (ABREU, 1998). Desta maneira, a ZCAS atua de forma estacionária, principalmente nas latitudes 19° e 20° sul, o que corresponde à porção sul da Cadeia do Espinhaço, justificando a presença marcante do maior volume de chuvas nestas faixas latitudinais.

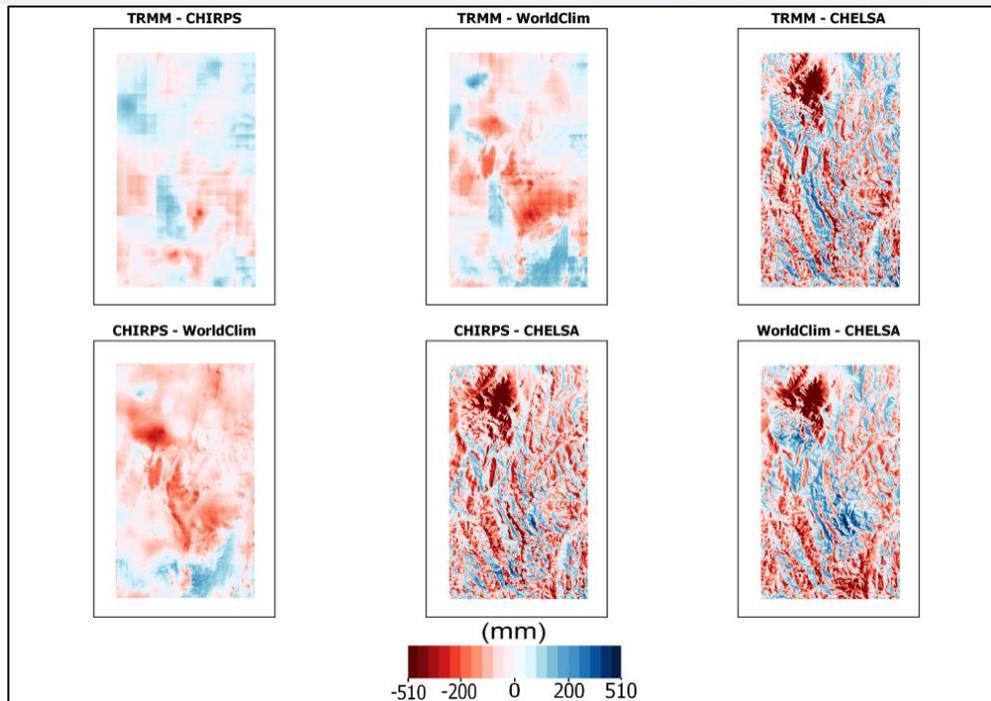


Figura 3: Diferenças entre as médias anuais de precipitação para cada um dos produtos analisados. As médias foram calculadas para toda a série temporal disponível de cada um dos produtos: TRMM (1998-2015); CHIRPS (1981-2016); WorldClim (1960-1990); CHELSA (1979-2013).

O produto CHELSA registrou um alto volume de chuvas na porção noroeste da área de estudo, característica não observada nos demais produtos. Esta diferença fica evidente nos resultados de diferenciação dos produtos TRMM, CHIRPS e WorldClim em relação ao produto CHELSA (Figura 3). A diferença pode ser atribuída à baixa densidade de estações de solo presentes nesta área, além da incorporação de dados de altitude e direção e velocidade dos ventos pelo algoritmo que gera os produtos CHELSA (KARGER et al., 2016), o qual pode resultar em estimativas tendenciosas devido à presença do relevo acidentado na região.

Os produtos que apresentaram menor diferença entre si foram os produtos TRMM e CHIRPS (Figura 3), uma vez que os dados CHIRPS utilizam o produto TMPA 3B42 da TRMM para calibrar as estimativas de precipitação através dos dados de duração de nuvens frias (*cold cloud duration – CCD*), fato este que aproxima as estimativas de chuva de ambos os produtos (FUNK et al., 2015).

4. Conclusões

Os produtos analisados apresentaram boa correspondência entre padrões de média anual de precipitação em escala regional, mas foi possível observar diferenças locais. Dentre estas, as maiores diferenças foram encontradas entre o produto CHELSA e os demais, chegando a cerca de 510 mm/ano, o que aparenta ser um resultado do algoritmo de geração do produto que enfatiza os efeitos orográficos de precipitação. Tal diferença gera incertezas sobre a confiabilidade deste produto para esta região devido à presença de poucas estações pluviométricas. O TRMM apresentou ótima



correlação com as estações de solo, apontando para a confiabilidade deste produto, entretanto, sua baixa resolução espacial compromete a análise em escala local.

O produto WorldClim mostrou-se confiável para a análise dos padrões de precipitação na região, entretanto, seu algoritmo de interpolação baseado apenas em dados de estação de solo e topografia é mais dependente da densidade da rede pluviométrica. Tendo em vista a baixa densidade de estações de solo com mais de 30 anos de registros na área de estudo, em especial sua porção norte, este produto pode apresentar erros em análises de escala mais refinada.

Considerando a resolução espacial e temporal, a boa concordância com os demais produtos, em especial com os dados de solo, e a incorporação de dados de diferentes fontes (satélites e pluviômetros), o produto CHIRPS apresenta-se como a melhor opção para estudos na região analisada. O CHIRPS é também o único produto, dentre os analisados, que possui atualizações recentes (FUNK et al., 2015) facilitando o acesso à dados com série histórica contínua e ininterrupta desde 1981.

5. Agradecimentos

Esta pesquisa recebeu apoio financeiro FAPESP/Microsoft Research (#2013/50155-0). JFF Sobreiro recebeu bolsa PIBIC CNPq (137577/2015-0). AS Streher recebe bolsa FAPESP (#2015/17534-3), e TSF Silva é bolsista de produtividade CNPq (310144/2015-9).

6. Referências Bibliográficas

- ABREU, M. L. DE. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de nimer (1977) à zona de convergência do Atlântico Sul. **Revista Geonomos**, v. 6, n. 2, 1998.
- CUPOLILLO, F.; ABREU, M. L. DE; VIANELLO, R. L. Climatologia da Bacia do Rio Doce e sua Relação com a Topografia Local. **Geografias**, v. 4, n. 1, p. 45–60, 2008.
- DE ANGELIS, C. F. Análise dos sistemas precipitantes no Brasil a partir de dados processados em um integrador de informações adquiridas por pluviômetros, satélites, rede de relâmpagos e radares meteorológicos - PRECIBRA. **Projeto de Pesquisa CPTEC-INPE**, 2005.
- FUNK, C. et al. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, p. 150066, 2015.
- KARGER, D. N. et al. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. **[Physics]**, v. arXiv:1607, n. July, p. 1–19, 2016.
- KUMMEROW, C. et al. The Status of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) after Two Years in Orbit. **American Meteorological Society**, V39, 2000.
- HIJMANS, R.; CAMERON, S.; PARRA, J.; JONES, P.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **Royal Meteorological Society. Int. J. Climatol.** 25: 1965–1978, 2005.
- MENDELSON, R. et al. Climate analysis with satellite versus weather station data. **Climatic Change**, v. 81, n. 1, p. 71–83, 2007.
- MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de Textos, 2007.