

Estimativa de Precipitação por Sensoriamento Remoto

Dayanna Teodoro Quirino¹
Hostilio Maia de Paula Neto¹
Rômulo Augusto Jucá Oliveira²
Michely Cristina da Silva¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFGoiás
Rua 75, n. 46, Setor Central – CEP: 74.055-110 Goiânia - GO, Brasil
dayanna_teodoro@hotmail.com
hostilioifgoias@hotmail.com
michely.tst@hotmail.com

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 01 - 12630-000 – Cachoeira Paulista - SP, Brasil
romulo.augusto@cptec.inpe.br

Abstract. It is very important to conduct studies on rainfall variability due to its influence on social and economic life of the population. Such studies enable the development of new methods of work and even greater interaction between national and international centers for new technologies. The identification and quantification of precipitation has not been an easy task, because of its randomness and large spatial and temporal variability. The main instruments for monitoring precipitation are: rain gauges, the rain gauges, radars and sensors that operate on board satellites. In this work we performed a correlation analysis between precipitation data obtained from Station Evaporimétrica First Class located in the School of Agronomy at the Federal University of Goiás - UFG, in the city of Goiânia-GO, with the TRMM satellite data through the algorithm 3B42_V7. Were calculated for both data sources, the daily, monthly, seasonal, annual number of days with precipitation equal to or below 0.1 mm / day and rain at or above 25mm/dia and their correlations to assess the data sampled from January 2008 to December 2011. The results of the correlations found indicate an interdependence, expressing that the data of the samples analyzed are compatible making TRMM satellite data a reliable alternative to rainfall information with spatial and temporal quality.

Palavras-chave: precipitation, rain gauge, satellite, correlation, precipitação, pluviômetro, satélite, correlação.

1. Introdução

Estudos climáticos da ocorrência de precipitações abundantes e escassas têm importante papel socioeconômico. Longos períodos chuvosos acarretam prejuízos para a infra-estrutura das cidades. Por outro lado, períodos de estiagem prolongada afetam principalmente a gestão da energia hidroelétrica, o abastecimento de água, a agricultura e pecuária. Uma melhor compreensão da variabilidade dos extremos de chuvas pode auxiliar tanto a ação da defesa civil quanto fornecer elementos para o planejamento de infra-estrutura adequada para lidar com os eventos intensos com um mínimo de perdas Araujo (2010).

A influência da precipitação nas diversas áreas da atividade humana faz com que o seu monitoramento seja uma tarefa indispensável. Entretanto, devido a grande aleatoriedade e variabilidade espacial e temporal dessa variável, torna-se difícil a sua identificação e quantificação. Para monitorar a precipitação os principais instrumentos são: os pluviômetros, os pluviógrafos, os radares e os sensores que operam a bordo de satélites Mol (2005).

Por uma série de motivos, tais como grandes extensões territoriais, recursos econômicos limitados, melhorias dos meios de comunicação e treinamento de pessoal, o uso de satélites para o monitoramento do tempo e do clima na América do Sul tem experimentado avanço sem precedentes nos últimos anos, especialmente no que se refere ao uso de dados na forma digital e a utilização de produtos meteorológicos quantitativos. Esta evolução não só se reflete na habilidade dos centros locais desenvolverem suas próprias metodologias de trabalho, mas

também na possibilidade de intercâmbio entre centros nacionais e internacionais para transferência de dados e tecnologia Vicente e Sakamoto (1996).

Com o objetivo específico de medição da precipitação nos trópicos, em 1997, a NASA em parceria com JAXA (Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial) lançaram o satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*). Em função de ser o satélite mais bem equipado em termos de instrumentos para estimativa de precipitação, o satélite TRMM fornece estimativas mais precisas do que as técnicas indiretas, baseadas em imagens de outros satélites Barrera (2005), sendo usado inclusive para validação desta técnica.

Este estudo teve como objetivo comparar dados de precipitação obtidos em uma estação pluviométrica com dados obtidos pelo satélite TRMM, a fim de avaliar o desempenho das estimativas de chuva por satélite por meio da correlação dos mesmos sobre a região de Goiânia -GO.

2. Metodologia

Foram utilizadas duas fontes de dados de precipitação, uma proveniente da estação meteorológica e a outra por estimativa dos dados oriundos dos satélites.

Os dados de precipitação pluviométrica foram coletados da Estação Evaporimétrica de Primeira Classe localizada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG, na cidade de Goiânia-GO, com latitude 16° 41”, longitude 49° 17’ W e altitude 741 m. Foram utilizados os dados de precipitação acumulada, coletada conforme as normas da Organização Meteorológica Mundial (OMM), de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

As estimativas de precipitação por satélite, através do algoritmo 3B42_V7/TRMM são obtidas a partir da Técnica *TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA)*. Huffman et al. (2007). Tal técnica consiste de uma combinação de estimativas de precipitação do canal de microondas provenientes do *TRMM Microwave Imager (TMI)*, *Special Sensor Microwave Imager (SSM/I)*, *Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR-E)*, *Advanced Microwave Sounding Radiometer (AMSU-B)*, canal infravermelho (IR) através do *Goes Precipitation Index (GPI)* e com informações de precipitação mensais de superfícies, provenientes do *Global Precipitation Climatology Center (GPCC)*.

Os dados possuem uma cobertura de 50° S-N de latitude e 180° W-E de longitude, com uma resolução espacial 0,25° na latitude e na longitude, ou seja, grade de 25 x 25 km, com dados coletados a cada 3 horas (equivalente à média no intervalo de 1,5 horas antes e 1,5 horas depois da hora cheia), disponíveis desde janeiro de 1998 até o presente. Mais detalhes sobre o algoritmo podem ser obtidos em <http://trmm.gsfc.nasa.gov/3b42.html>.

Foi realizada a comparação/avaliação das estimativas de precipitação por satélite, provenientes do algoritmo 3B42_V7, com a precipitação observada pela estação Evaporimétrica de Primeira Classe. A precipitação estimada pelo 3B42_V7 foi extraída a partir do pixel correspondente às coordenadas e acumuladas diariamente (assim como na estação em estudo), esse procedimento foi o mesmo adotado por Oliveira e Angelis (2011). Foram calculadas, para ambas as fontes de dados, as médias diárias e o número de dias sem chuva igual ou abaixo de 0,1mm/dia e com chuva igual ou acima de 25mm/dia mensais, sazonais, anual e suas respectivas correlações. Através da possibilidade de realizar análises espacializadas, foram calculadas para Estado de Goiás as médias mensais, sazonais e anuais da precipitação diária e seus respectivos números de dias sem chuva e com chuva igual ou acima de 25,0 mm.

3. Área de estudo

A área de estudo deste trabalho está localizada no município de Goiânia-GO, nas dependências da Escola de Agronomia na Universidade Federal de Goiás – UFG, tendo as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16°41’ S, longitude 49° 17’WGrw e 741 m altitude (**Figura 1**)

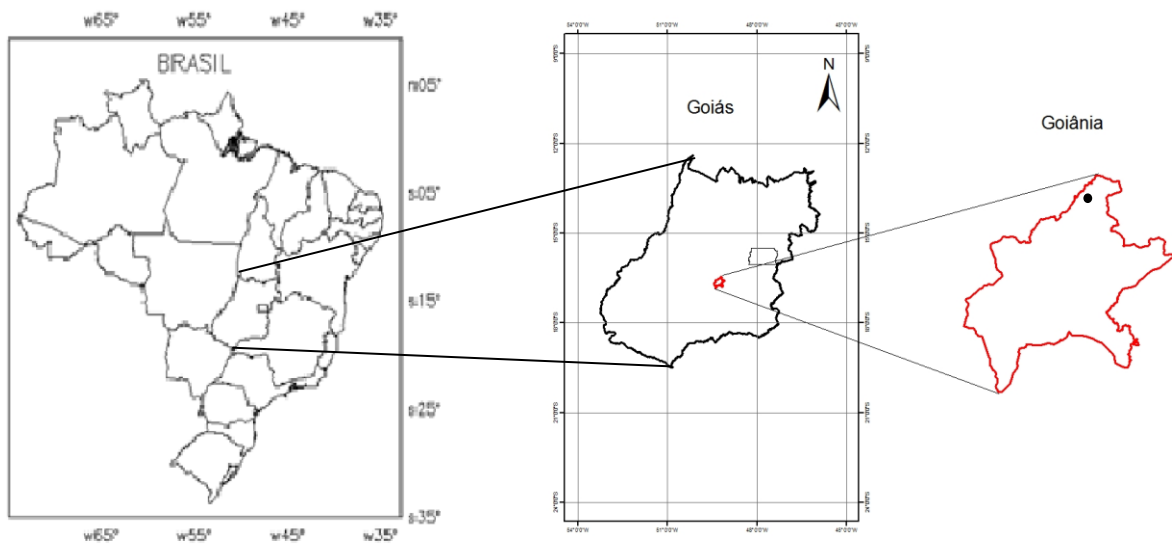


Figura 1 – Localização da área de estudo.
Fonte SIEG-SEGPLAN 2012.

4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos através das comparações entre o sensor e a estação pluviométrica serão mostrados para análise das médias diárias mensais, médias diárias sazonais, número médio de dias com chuva igual ou acima de 25 mm, número médio de dias com chuva igual ou abaixo de 0,1 mm, número médio de dias com chuva igual ou acima de 25 mm sazonal, número médio de dias com chuva igual ou abaixo de 0,1 mm sazonal, média anual de precipitação diária, número de dias sem chuva anual, número de dias com chuva anual igual ou acima de 25 mm, correlação de 2008 a 2011.

Nas **Figuras 2 e 3** pode-se observar a comparação da precipitação média diária mensal e a média diária sazonal de 2008 a 2011 (painéis a direita), mostram que os dados estimados pelo satélite fornecem uma estimativa próxima dos dados medidos em superfície através do pluviômetro.

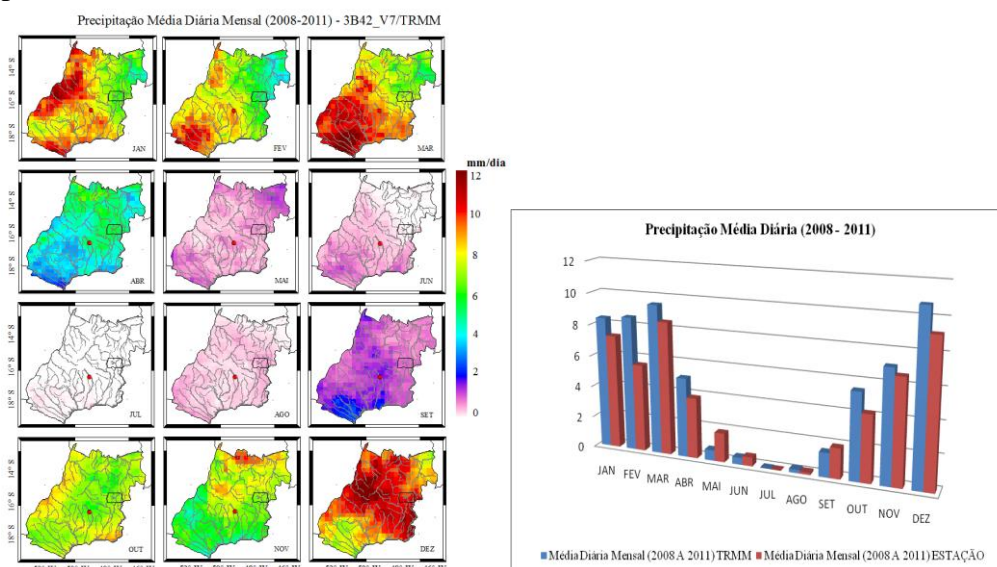


Figura 2 - Média diária mensal pelo 3B42 (à esquerda) e média diária mensal da estação e 3B42 (à direita) referente ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

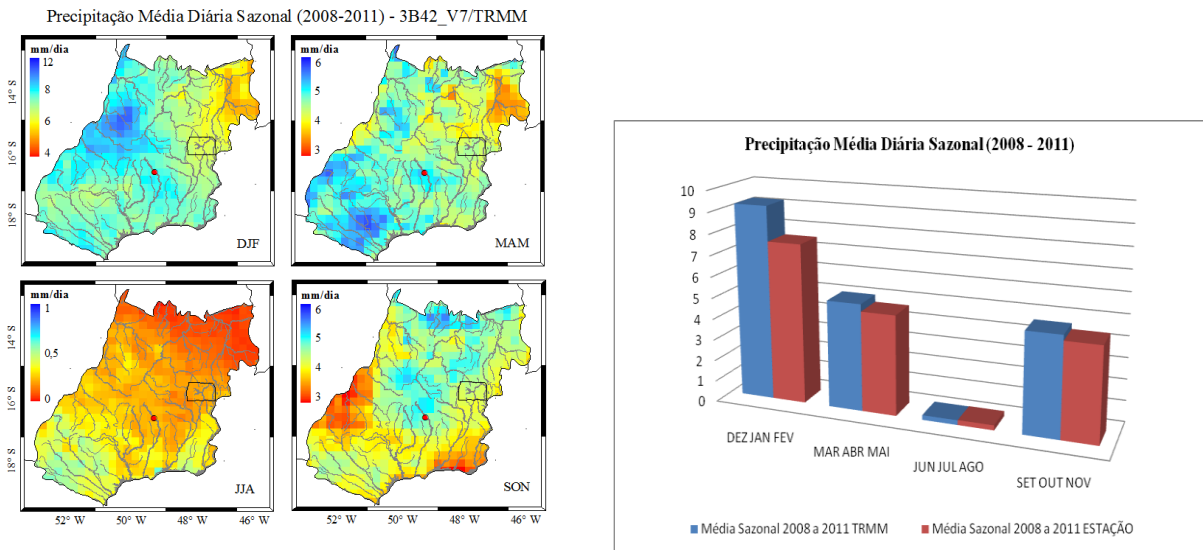


Figura 3 – Média diária sazonal pelo 3B42 (a esquerda) e média diária sazonal da estação e o 3B42 (a direita) referente ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

As **Figuras 4 e 5** apresentam os valores médios, máximos e mínimos de dias com chuvas mensais de 2008 a 2011. Na **Figura 4** (a direita) observa-se que os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro apresentam o maior o numero de dias com chuva, com média mensal de 1 a 3 dias de precipitação igual ou acima de 25 mm/dias. E na **Figura 5** (a direita) os meses de maio à setembro correspondem ao período com menor índice de precipitação, com praticamente 0 o número de dias com chuva igual ou acima de 25mm, não havendo ocorrências de chuva durante quase todo o período. Por outro lado, as chuvas mais fortes (acima de 25mm), são observadas entre os meses entre dezembro e março (considerado período chuvoso), observado tanto pelo TRMM quanto pela estação.

Embora as estimativas do TRMM tendem a subestimar o número de dias sem chuva, julho (dezembro) é tido por ambas fontes de dados como o mês com maior (menor) ocorrência de dias secos.

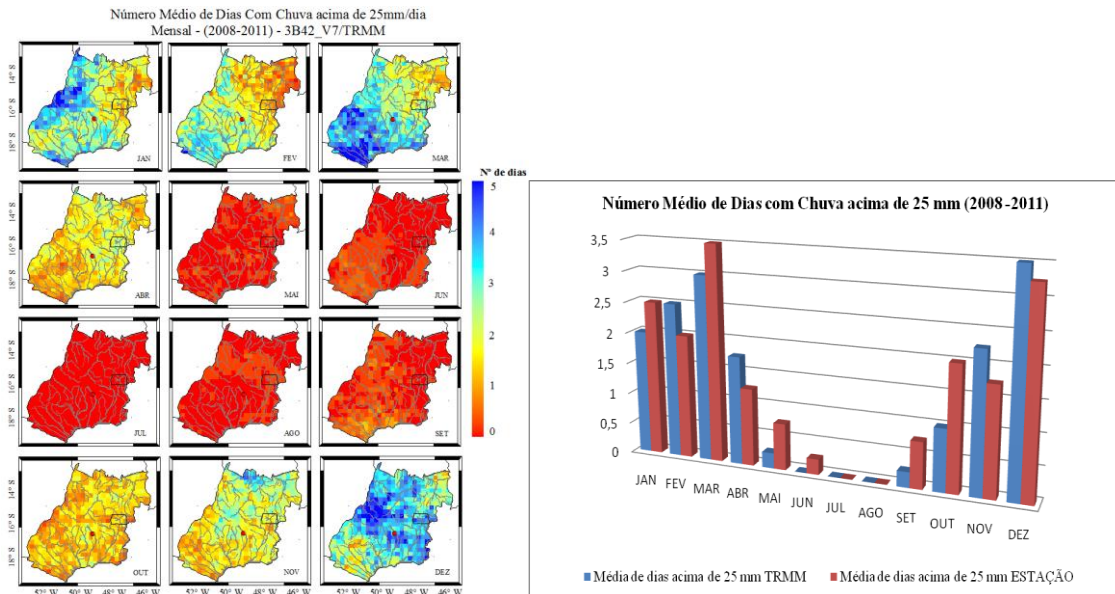


Figura 4 – Média de dias com chuva acima de 25 mm/dia pelo 3B42 (a esquerda) e média de dias com chuva de 25 mm/dia da estação e 3B42 (a direita) no período de janeiro de 2008 a dezembro 2011.

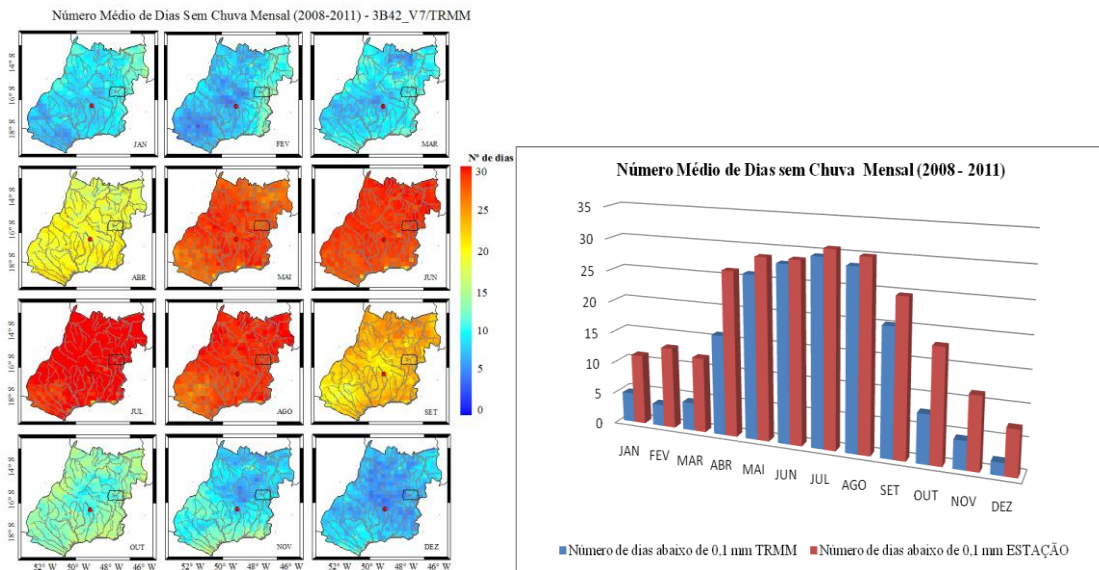


Figura 5 – Média de dias sem chuva mensal pelo 3B42 (a esquerda) e média de dias sem chuva mensal da estação e 3B42 (a direita) pelo período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

As **Figuras 6 e 7** apresentam o número médio de dias com chuva igual ou acima de 25 mm/dia sazonal (a direita) e o número médio de dias sem chuva igual ou abaixo de 0,1 mm/dia (a direita) com valores semelhantes das amostras analisadas.

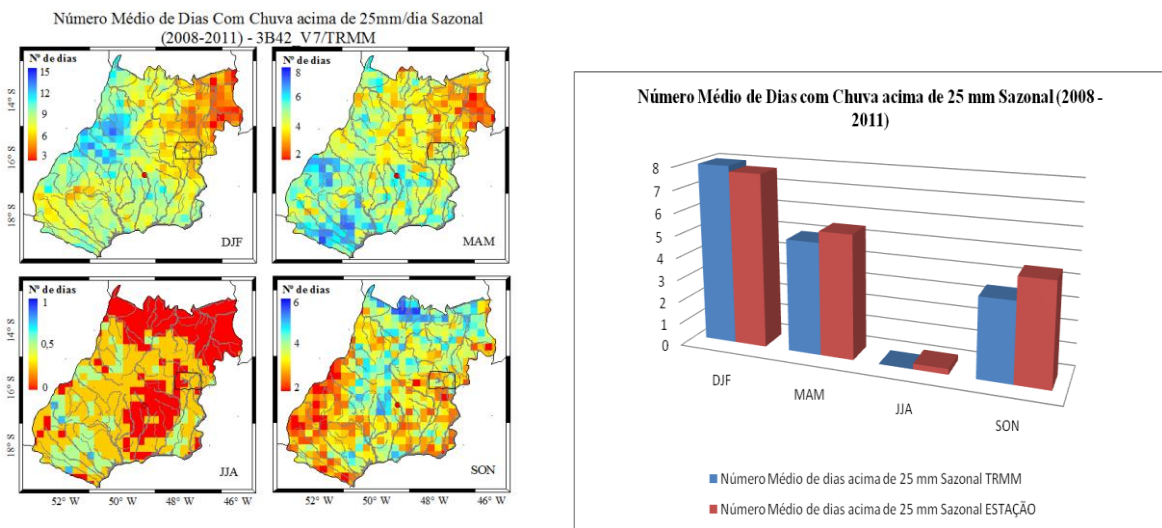


Figura 6 – Número médio de dias com chuva acima de 25 mm/dia sazonal pelo 3B42 (a esquerda) e média de dias com chuva acima de 25 mm/dia sazonal da estação e o 3B42 (a direita) referente ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

Número Médio de Dias Sem Chuva Sazonal (2008-2011) - 3B42_V7/TRMM

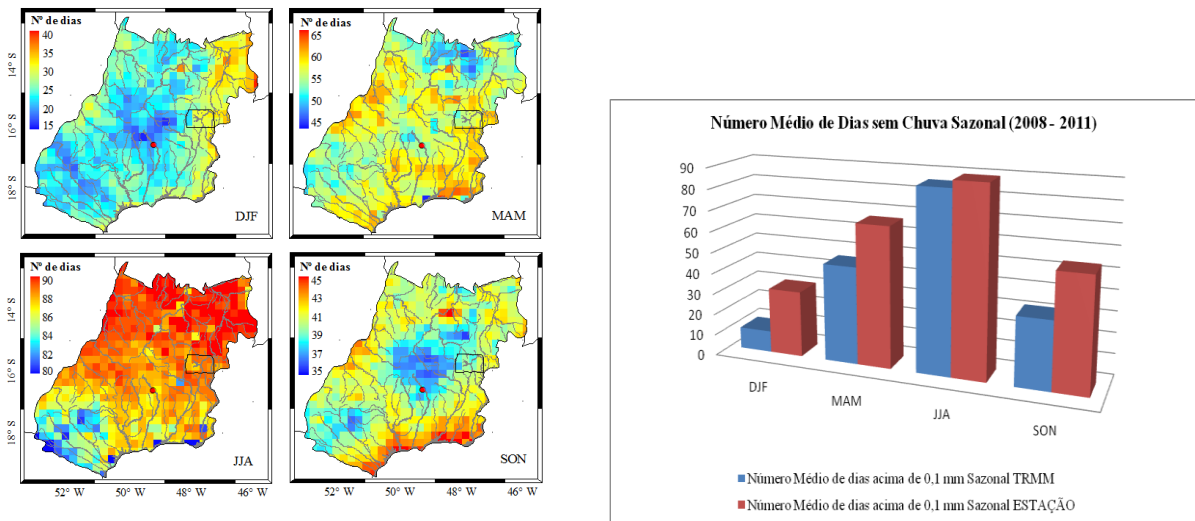


Figura 7 – Número médio de dias sem chuva sazonal do 3B42 (a esquerda) e número médio de dias sem chuva sazonal da estação e o 3B42 (a direita) no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

Na **Figura 8** devido a possibilidade de análises espacializadas foi feito uma estimativa de chuva por satélite de todo o Estado de Goiás, no primeiro quadro (a esquerda) a precipitação média diária mensal, onde foi estimada a precipitação mm/dia do período de 2008 a 2011. No segundo quadro foi gerado para o Estado de Goiás o número de dias com chuva igual ou abaixo de 0,1 mm/dia e no terceiro quadro o número de dias com chuva igual ou acima de 25 mm/dia pelo período de 2008 a 2011. Nesta, pode-se notar que a precipitação média diária está associada não somente ao número de dias sem chuva (parte central do estado), mas principalmente a ocorrência de dias com chuva acima de 25mm/dia (como observado sobre a parte oeste do estado).

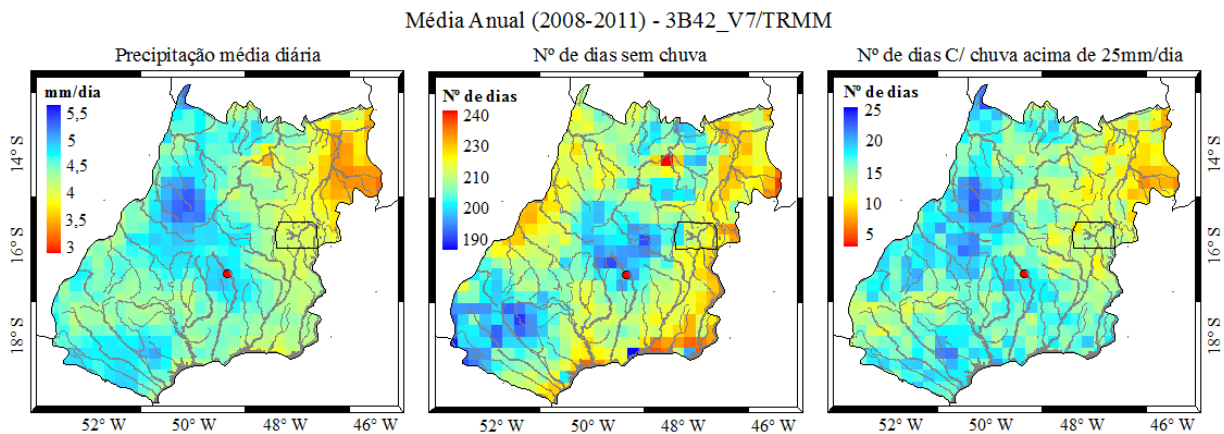


Figura 8 – Média anual de precipitação diária, número de dias sem chuva e com chuva acima de 25 mm/dia do Estado de Goiás pelo 3B42 referente ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

A **Figura 9** é a correlação mensal anual calculada através dos dados da estação pluviométrica e do 3B42 dos anos de 2008 até 2011 demonstrando os resultados das análises estatísticas. São observados valores de correlação em torno de 0.9 sobre grande parte do ano. Os meses considerados menos chuvosos apresentaram baixa correlação, devido a baixa ou nenhuma ocorrência chuva em ambas fontes de dados (Tabela 1).

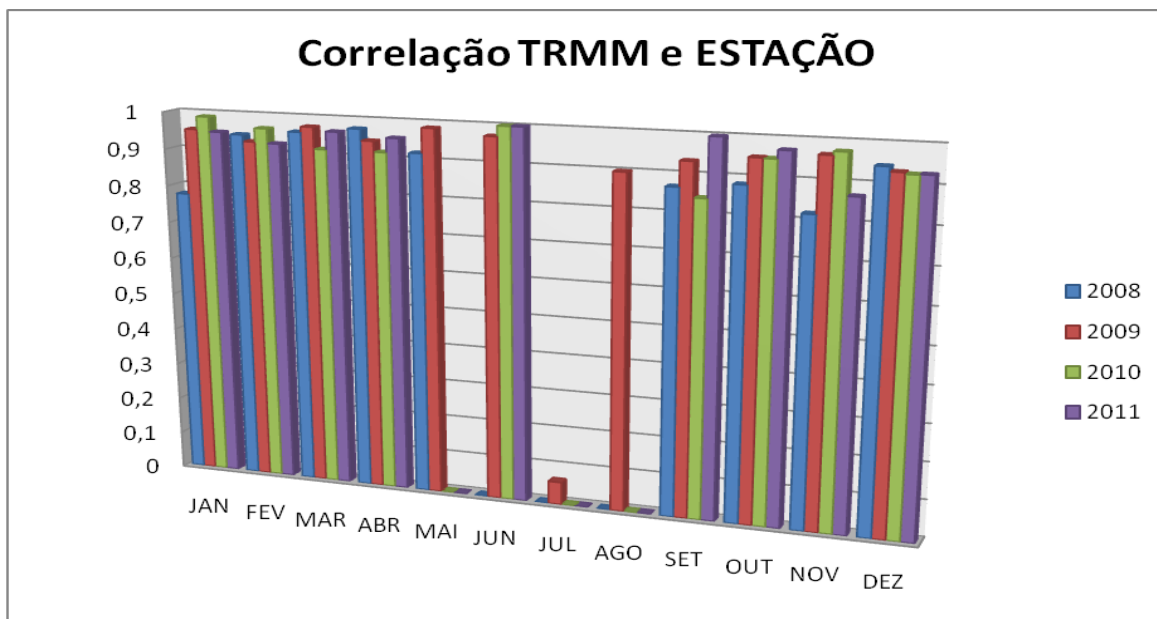


Figura 9 – Correlação mensal da estação pluviométrica e o 3B42 referente a janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

Tabela 1 – Resultados da correlação do 3B42 e a estação pluviométrica de 2008 a 2011.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2008	0,77	0,94	0,95	0,97	0,91	*	*	*	0,86	0,88	0,81	0,94
2009	0,95	0,92	0,97	0,94	0,98	0,97	0,06	0,89	0,93	0,95	0,96	0,93
2010	0,98	0,96	0,91	0,91	*	0,99	*	*	0,84	0,94	0,97	0,92
2011	0,94	0,92	0,96	0,95	*	1	*	*	0,99	0,97	0,86	0,92

(*) Não ocorreu precipitação na estação pluviométrica e no TRMM.

Quadro 1 – Classificação dos valores das correlações. Fonte: Cavalcante (2003)

R	r ²	Classificação
0	0	Nula
0,00 ----- 0,30	0,00 ----- 0,09	Fraca
0,30 ----- 0,60	0,09 ----- 0,36	Média
0,60 ----- 0,90	0,36 ----- 0,81	Forte
0,90 ----- 0,99	0,81 ----- 0,99	Fortíssima
1	1	Perfeita

5. Conclusão

Conforme descreve SIEGEL (1975, p.220): “O estabelecimento da existência de correlação entre duas variáveis pode construir o objetivo precípuo de uma pesquisa (...). Mas também representar apenas um passo, ou estágio, de uma pesquisa com outros objetivos, como por exemplo, quando empregamos medidas de correlação para comprovar a confiabilidade de nossas observações”.

Neste trabalho foi comparada a precipitação observada sobre a estação Evaporimétrica de Primeira Classe em Goiania-GO durante o período de 2008 a 2011 e a estimada gerada pelo satélite TRMM. Comparando os dados diários através de parâmetros estatísticos, como o coeficiente de correlação (r) os dados do TRMM se correlacionam de maneira consistente com os dados da estação pluviométrica, de acordo com o **Quadro 1** das classificações dos valores das correlações ficaram entre média e fortíssima. Os dados do TRMM representaram

bem nas médias mensais, sazonais e anuais mostrando a diferenciação entre a estação de seca (maio, junho, julho e agosto) e chuvosa (janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro).

A correlação encontrada indica interdependência entre as variáveis e os números expressam essa interdependência com 95% de certeza que os dados das amostras são compatíveis, tornando os dados do satélite TRMM uma alternativa confiável para se obter informações pluviométrica com qualidade espacial e temporal.

6.Referências Bibliográficas

ARAUJO, A. N. **Simulação Hidrológica com o uso de chuva estimada por Satélite**. 2006. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

BARRERA, D.F. (2005):**Precipitation estimation with the hydro-estimator technique: its validation against rainge observation**. VII Congresso do IAHS, Foz do Iguaçu, 3-9 de abril de 2005.

CAVALCANTE, J. C. **Mortalidade em menores de um ano: utilização de novos indicadores para avaliação**. Dissertação de mestrado em saúde da criança, Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2003.

COLLISCHONN, B. **Uso de precipitação estimada pelo satélite TRMM em modelo hidrológico distribuído**. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7684/000553512.pdf?sequence=1>>. Acesso em 20 de setembro de 2012.

HUFFMAN, G. J. et al, 2007. The TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8, 38-55.

LEIVAS, J. F.; Gustavo G. R.; Monique B. de S.; João R. F. **Análise Comparativa entre os Dados de Precipitação Estimados via Satélite TRMM e Dados Observados de Superfície em Manaus**. Natal, 2009. Disponível em: <<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.18.40/doc/1611-1616.pdf>>. Acesso em 31 de outubro de 2012.

MOL, Juliana Maria Duarte. **Estimativa de Precipitação por Meio de Sensoriamento Remoto**. Brasília-DF, 2005. Disponível em <<http://vsites.unb.br/ft/enc/recursoshidricos/diss-ptarh/Dissertacao%20086%20-%20JULIANA%20MOL.pdf>> . Acesso em 14 de junho de 2012.

OLIVEIRA, R. A. J.; ANGELIS C. F., 2011. Características e tendências da precipitação estimada por satélite sobre uma região de intenso desmatamento na Amazônia Legal: Uma comparação entre áreas de Floresta e Desmatadas, Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.2263.

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica**: para as ciências do comportamento. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350 p.

VICENTE, G.A.; Sakamoto, M. S. (1996): Acesso à estimativa de precipitação via satélite sobre o Brasil e América do Sul disponível em tempo real na WWB (artigo em inglês). In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9ª, Anais, v.2: 564-567. SBMET, Campos do Jordão, SP.