

## **ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA PLUVIOMETRIA OBTIDA PELA MISSÃO TRMM NO BIOMA CERRADO**

*Marcos Aurélio Ribeiro<sup>1</sup> & Nilson Clementino Ferreira<sup>1,2\*</sup>*

**Resumo** –No bioma Cerrado, o segundo maior bioma brasileiro, com 2,04 milhões de quilômetros quadrados, existe uma importante falta de instrumentos para mensuração pluviométrica. Em se tratando de um bioma com grande biodiversidade, grande alteração do uso e ocupação do solo, e local de nascentes de rios que integram seis importantes bacias hidrográficas brasileiras, a utilização de dados pluviométricos é uma necessidade básica em atividades relacionadas com meio ambiente, engenharia e diversas ciências. Sendo assim, os dados de pluviometria TRMM apresentam grande potencial de uso, principalmente em estudos regionais. Neste trabalho foram utilizados dados diários de pluviometria obtidos pelo satélite TRMM, com o objetivo de se explorar geograficamente o comportamento pluviométrico no bioma Cerrado. Os resultados mostraram que o Cerrado possui um comportamento pluviométrico espacial e temporal bastante diverso, com um período chuvoso e um período seco bastante importante. Além disso, em locais onde a cobertura vegetal nativa foi convertida, vem ocorrendo menores valores pluviométricos.

**Palavras-Chave** – pluviometria, TRMM, bioma Cerrado.

## **EXPLORATORY ANALYSIS OF TRMM RAINFALL DATASET IN THE CERRADO BIOME**

**Abstract** – In the Cerrado, the second largest Brazilian biome, with 2.04 million square kilometers, there is a significant lack of instruments to measure rainfall. In case of a biome with rich biodiversity, large land use change, and place of rivers into six major Brazilian basins, the rainfall dataset is necessary in activities related to environment, engineering and various sciences. Thus, the TRMM rainfall dataset has huge importance for use primarily in regional studies. In this work were used daily rainfall dataset acquired by TRMM satellite, in order to explore the rainfall behavior in the Cerrado. The results showed that in Cerrado has diverse spatial and temporal behavior of rainfall, with a rainy and dry seasons very important. Also, in places where the native vegetation was converted, there has been less rainfall values.

**Keywords** – Rainfall dataset, TRMM, Cerrado biome.

## **INTRODUÇÃO**

A disponibilidade de dados pluviométricos no Brasil, devido suas dimensões continentais, é bastante escassa em várias regiões. Essa dificuldade em levantar dados pluviométricos para algumas bacias hidrográficas impossibilita estudos, que subsidiem a gestão e projetos que considerem elementos ambientais tais como solos, hidrologia, clima, vegetação, agricultura, entre outros.

No Brasil existe baixa densidade e relativa má distribuição espacial de pluviômetros. Sendo assim, observações pluviométricas por meio de sensores orbitais têm surgido como uma importante alternativa para suprir esta carência de dados. Entre os satélites destinados ao monitoramento da

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Curso de Graduação em Engenharia Ambiental. marcos-mra@hotmail.com

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente. nclferreira@gmail.com

precipitação está o *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), que está em operação desde dezembro de 1997. A plataforma tem o objetivo de avaliar diversas características da precipitação tanto em regiões tropicais, quanto subtropicais, possibilitando a aquisição de dados de maneira sistemática, Viana *et. al.* (2010).

O desenvolvimento de estimativas de precipitação por satélite tem permitido suprir a demanda por dados pluviométricos, provendo informações em regiões onde é esparsa ou inexistente. De forma geral, existem muitas lacunas na distribuição e a densidade da rede pluviométrica no Brasil, principalmente na região central e norte do país. No bioma Cerrado, localizado na região central do Brasil, a má distribuição da rede pluviométrica é bastante expressiva, principalmente na porção central e norte do bioma, Farias *et. al.* (2013).

O clima predominante no Cerrado é o tropical sazonal, com inverno seco. A temperatura média anual oscila em torno de 22° C a 23° C, sendo que as médias mensais apresentam pequena estacionalidade. As máximas absolutas mensais não variam muito ao longo do ano, podendo chegar a valores superiores a 40° C. A precipitação média anual varia entre 1200 e 1800 mm. A precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se no período entre outubro a março, que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, chamados de veranicos, podem ocorrer em meio a esta estação, criando sérios problemas para a agricultura. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais apresentam uma expressiva redução, podendo chegar à zero, Marcuzzo (2012).

A pluviometria na região dos Cerrados têm como características importantes a intensidade e a sua distribuição sazonal, concentrando-se principalmente de outubro a março. O conhecimento do fenômeno, quanto à quantidade, intensidade, duração e frequência, é fundamental em diversas áreas técnicas e depende das medidas feitas em estações meteorológicas e postos pluviométricos, Assad *et al.* (1991).

O bioma Cerrado, localizado na porção central do Brasil possui muitas características importantes, que torna o conhecimento de sua pluviometria uma atividade importante. Entre as principais características tem-se a sua dimensão territorial, que é de 2,04 milhões de km<sup>2</sup>, possui fronteiras geográficas, de milhares de quilômetros, com os distintos biomas Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal. Outro fator importante fator é a diversidade vegetal, a diversidade do uso de ocupação do solo, além disso, os rios localizados no bioma Cerrado pertencem a seis das oito grandes bacias hidrográficas brasileiras, Lima e Silva (2002), Sano, *et. al.* (2008). Devido a importância e riqueza do bioma Cerrado, este estudo visa realizar uma análise exploratória e geográfica de dados pluviométricos, obtidos pelo satélite TRMM no ano de 2011, com o intuito de se verificar a variabilidade temporal e espacial da pluviometria no bioma Cerrado.

## ÁREA DE ESTUDO

O bioma Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando 25% do território nacional, estendendo-se por uma área de 2.045.064 km<sup>2</sup>, na porção central do Brasil, com grandes amplitude longitudinais e latitudinais. Em decorrência disso, o regime de precipitação é complexo e varia no tempo e no espaço, em função dos sistemas de tempo na América do Sul, Reboita *et. al.* (2010).

Cerca de metade da área do bioma Cerrado teve sua vegetação nativa substituída por pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso. As pastagens plantadas com gramíneas de origem africana cobrem atualmente uma área de 500.000 km<sup>2</sup>, ou seja, o equivalente à área da Espanha. Monoculturas são cultivadas em outros 100.000 km<sup>2</sup>, principalmente soja, milho, algodão e mais recentemente a cana-de-açúcar. A área total para conservação é de cerca de 33.000 km<sup>2</sup>,

visivelmente insuficiente quando comparada com os principais usos da terra no Cerrado e sua expressiva biodiversidade, Klink *et. al.* (2005).

Os principais eventos atmosféricos que atuam no Cerrado são a massa de ar equatorial continental, que ocorre na primavera e verão, advinda do efeito térmico e da elevada umidade, sobre da floresta amazônica. A massa polar atlântica, que é caracterizada pelo o acúmulo do ar polar, a massa tropical continental que atua principalmente ao sul do estado de Mato Grosso do Sul caracterizando um inverno quente seco e a massa tropical atlântica que atua principalmente nos estados da região Centro-Oeste e Mato Grosso do Sul caracterizando um verão chuvoso e reforçando características do país tropical, Mendonça *et. al.*, (2007).

O Bioma Cerrado ocupa a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados, IBGE (2004). A localização do bioma Cerrado pode ser vista na Figura 1.

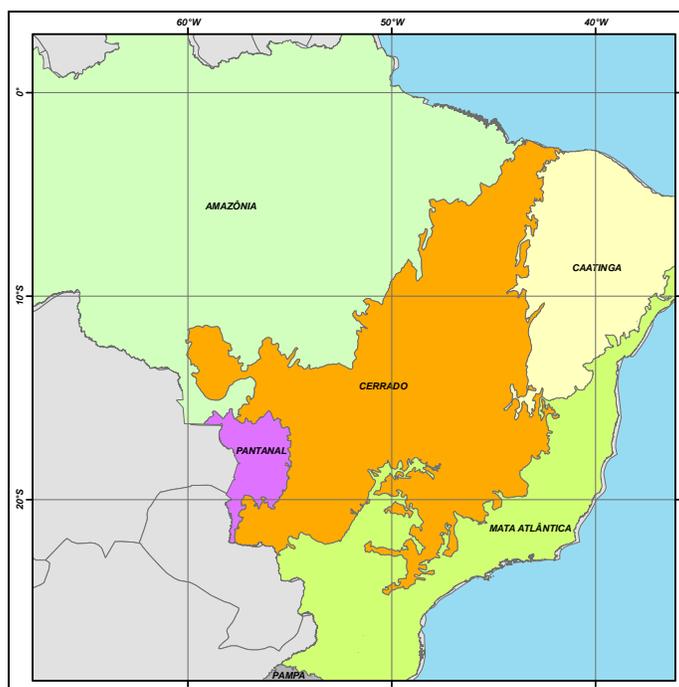


Figura 1 - Localização do bioma Cerrado e dos outros biomas brasileiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração deste trabalho, foram utilizados dados diários adquiridos pelo sensor TRMM no ano de 2011, esses dados estão disponíveis na Internet no endereço: [http://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation.pl?tree=project&dataset=TRMM\\_3B42\\_daily.007&project=TRMM&dataGroup=Gridded&version=007&CGISESSID=bf5aec5351bf623c7495171ac94a6c99](http://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation.pl?tree=project&dataset=TRMM_3B42_daily.007&project=TRMM&dataGroup=Gridded&version=007&CGISESSID=bf5aec5351bf623c7495171ac94a6c99).

Esses dados tem uma cobertura global longitudinal completa, no entanto latitudinalmente a cobertura varia entre 50° Norte, até 50° Sul. Os dados são disponibilizados em estrutura matricial, com resolução espacial de 0,25° ou seja, aproximadamente 30 quilômetros, em formato NetCDF (Network Common Data Form). Dados matriciais armazenados em formato NetCDF podem ser

acessados em programas computacionais de geoprocessamento tais com ArcGIS ou SAGA-GIS, A figura 2 ilustra o dado pluviométrico do dia 01 de janeiro de 2011, em formato NetCDF, exibido no programa computacional ArcGIS 10.1. Na figura 2, é possível observar o mapa do Brasil (em amarelo), exibido sobre o dado pluviométrico.

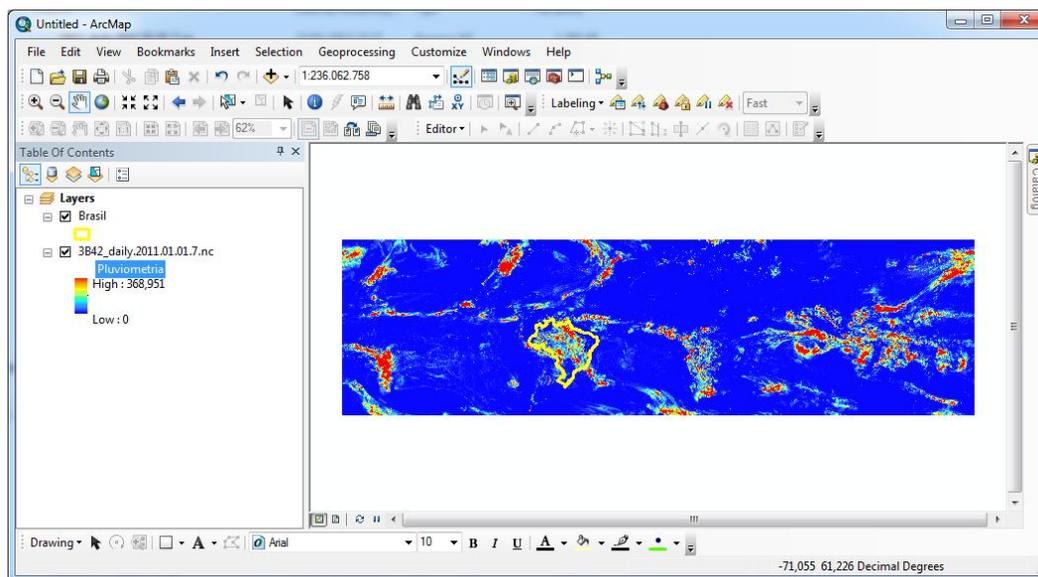


Figura 2 - Dado pluviométrico diário em formato NetCDF exibido no programa computacional ArcGIS 10.1.

De posse de todos os dados pluviométricos, para todos os dias do ano de 2011, a etapa seguinte consistiu do pré-processamento desses dados, sendo que os mesmos foram geograficamente "recortados" de acordo com o limite geográfico do Cerrado. Os dados resultantes do recorte geográfico foram armazenados em formato TIFF, que é mais acessível aos programas computacionais de SIG.

Posteriormente, utilizando-se de dados pluviométricos de cada mês, foram produzidos os mapas de pluviometria média e pluviometria acumulada para cada mês, sobre esses mapas foram realizadas várias análises, sendo que a primeira foi a elaboração de um perfil pluviométrico no sentido nordeste-sudoeste do bioma, além disso, foram verificadas as diferenças pluviométricas em cada tipo de uso do solo no Bioma Cerrado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o recorte espacial de todas as imagens e a elaboração dos mapas de média e valores de pluviometria acumulada, foi possível observar a variação pluviométrica que ocorre no bioma. Na figura 3 é possível observar a grande variação pluviométrica, que é bastante característica do Cerrado brasileiro, enquanto nos meses de janeiro a abril, e depois nos meses de outubro a dezembro, o valor acumulado máximo da pluviometria chega a valores de 1.500 milímetros, nas estações de seca, ou seja, entre os meses de maio a setembro, em grande parte da área do bioma Cerrado o valor da pluviometria é praticamente nulo. Na estação seca, somente uma pequena região no extremo norte do bioma Cerrado registra valores maiores de zero todos os meses do ano, mas naquela região, provavelmente ocorre influências da umidade marinha e também da floresta amazônica.

É possível observar também na figura 3 que na parte sul do bioma Cerrado, os índices pluviométricos são menores que os índices que ocorrem na porção norte do bioma, isso pode ser

explicado pela distância daquela região em relação a floresta amazônica, e do mar. É importante mencionar que a vegetação nativa da porção sul do bioma Cerrado já foi praticamente toda substituída por imensas áreas de pastagens artificiais, além de imensas áreas de monocultura de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar. Esse fato influencia a evapotranspiração regional e consequentemente influencia nos índices pluviométricos locais.

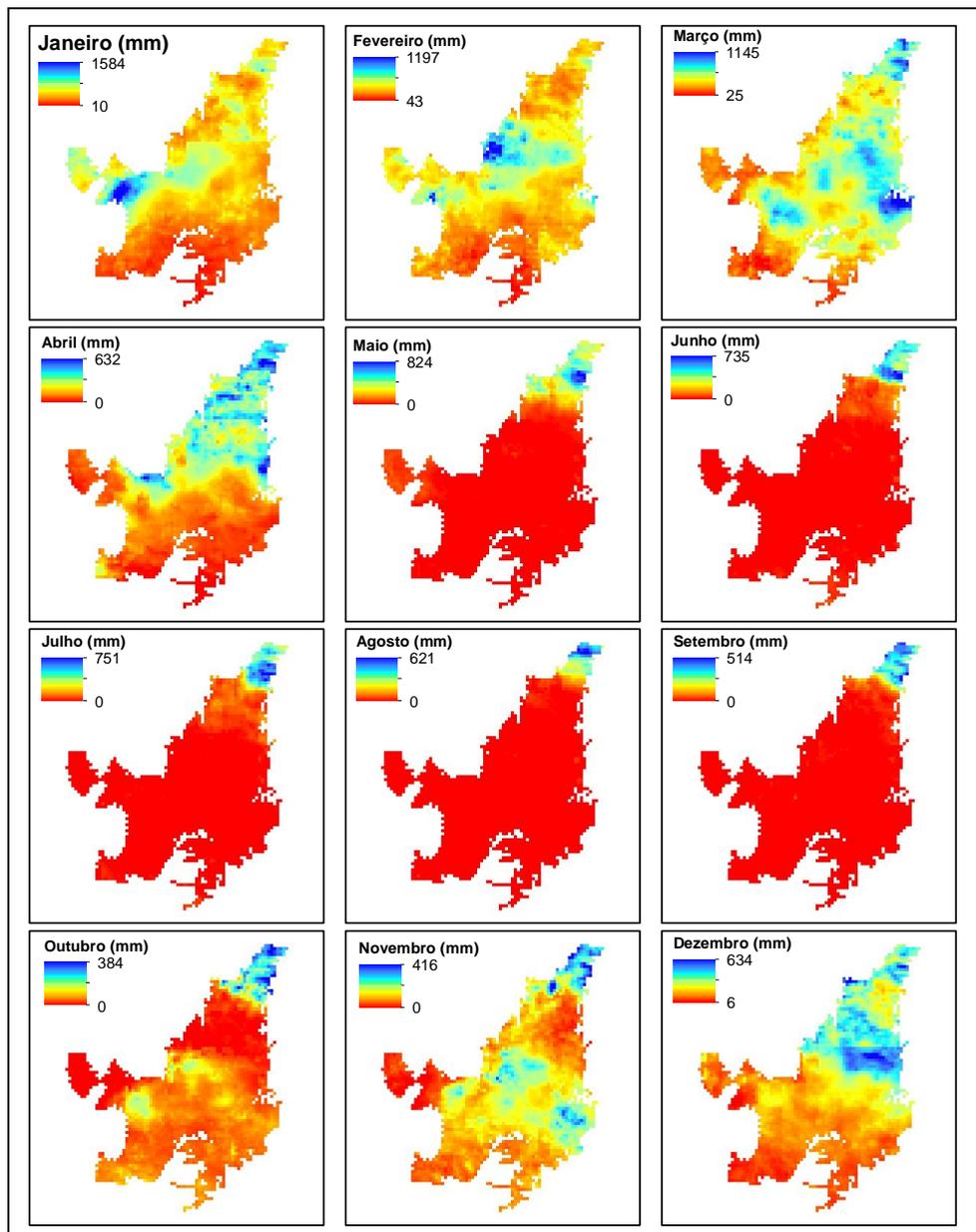


Figura 3 - Observação dom satélite TRMM da pluviometria acumulada mensalmente no bioma Cerrado

A baixa variação pluviométrica anual no extremo norte do Cerrado pode ser verificada fazendo-se uma análise de perfis pluviométricos do período chuvoso e do período seco. Para isso foi elaborada uma análise de perfilagem do extremo norte do Cerrado, até o extremo sul, no sentido

nordeste-sudoeste, conforme se pode observar na figura 4. Essa análise do perfil pluviométrico possui a dimensão de 2.500 km.

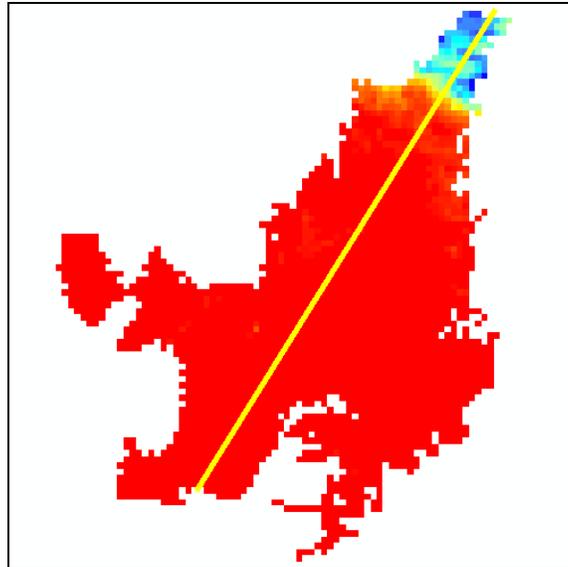


Figura 4 - Localização da análise do perfil pluviométrico de nordeste para sudoeste do bioma Cerrado

Na figura 5 é possível observar os perfis pluviométricos dos períodos de chuva e seca no bioma Cerrado. Partindo do extremo norte do bioma, até a distância de 500 km, a pluviometria dos dois períodos são bastante similares. No entanto, conforme se aproxima do sudoeste, é possível observar uma expressiva diferença nos perfis pluviométricos, enquanto que no período seco os valores pluviométricos são nulos, no período chuvoso a pluviometria varia de 50 a até 300 milímetros. Para a elaboração dessa análise foram considerados os meses de maio a setembro para o período de seca, e os meses restantes para o período de chuva.

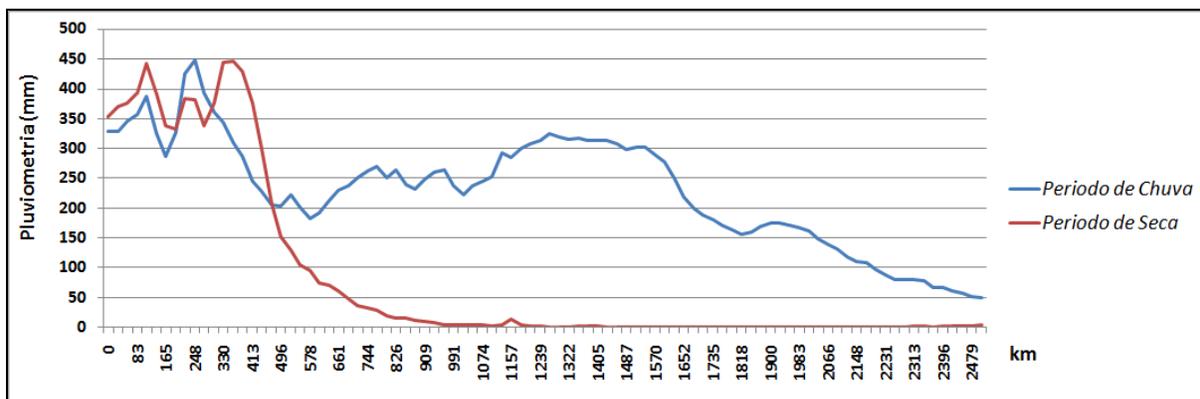


Figura 5 - Perfil pluviométrico no Cerrado para os períodos de chuva e seca.

Outro importante fator do bioma Cerrado é a intensa ocupação que ocorreu nas últimas quatro décadas, que foi responsável pela importante substituição da vegetação nativa, no anos e décadas iniciais para pastagens, posteriormente, em alguma áreas específicas que permite o manejo do solo, pela agricultura e mais recentemente pelos importante processos de urbanização. Essa ocupação vem ocorrendo no sentido sul para norte, conforme se pode observar na figura 6.

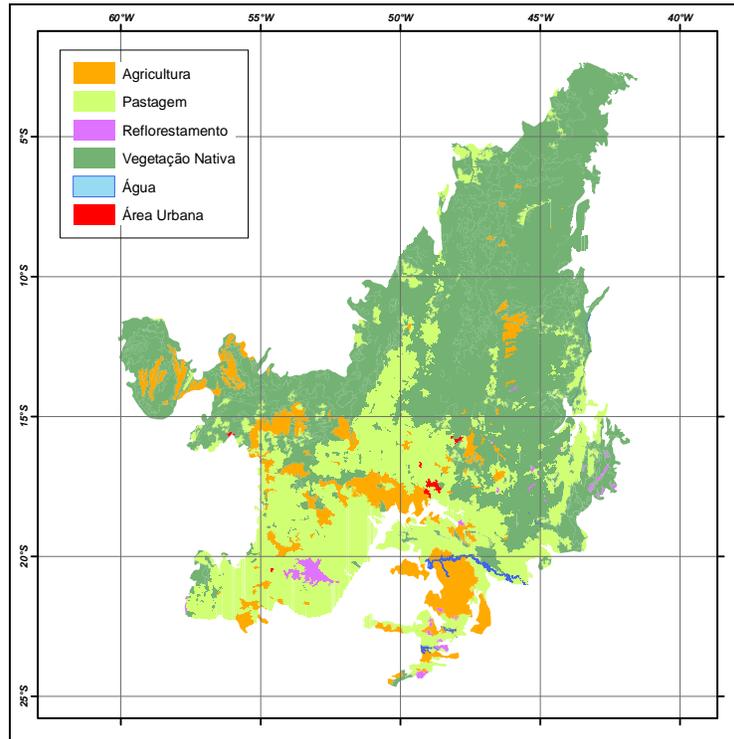


Figura 6 - Mapa de uso do solo no bioma Cerrado (Fonte: PROBIO/MMA)

Por meio de análises espaciais, foi possível obter a média pluviométrica para os períodos de chuva e seca para cada tipo de uso do solo no bioma Cerrado, é possível observar na figura 7 que em locais onde ainda resta vegetação nativa o índice pluviométrico é maior nos dois períodos.

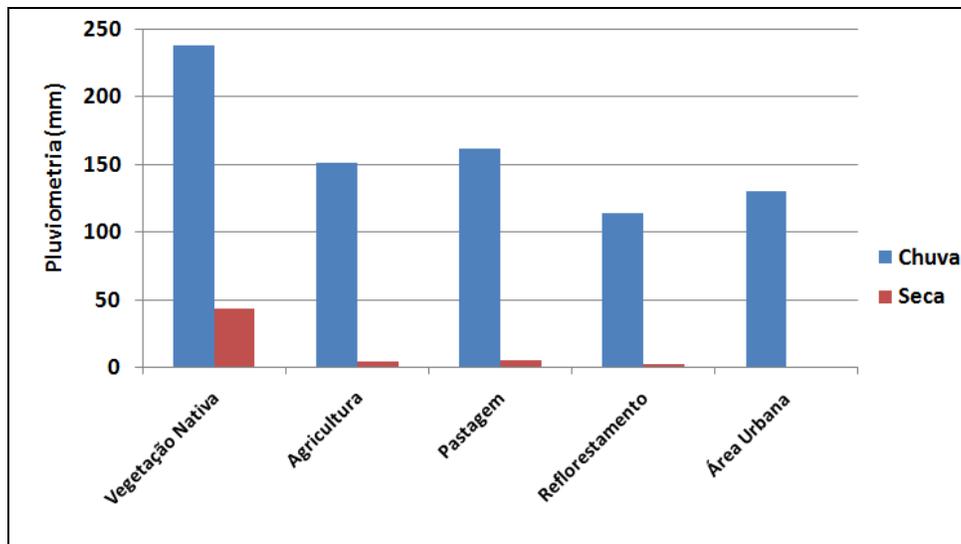


Figura 7 - Pluviometria em uso do solo no bioma Cerrado, ocorrendo nos períodos de chuva e seca.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dimensões continentais do Brasil faz com que a instalação e controle de estações meteorológicas é uma tarefa bastante difícil, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. Com a intensificação das atividades humanas nessas regiões, a construção e operação de novas estações meteorológicas é uma questão estratégica que deve ser vencida nos próximos anos. No entanto, os dados pluviométricos obtidos pelo satélite TRMM pode ser utilizado em conjunto com os dados pluviométricos e dados de radares meteorológicos.

Com dados TRMM é possível caracterizar e estudar o comportamento pluviométrico em grandes biomas brasileiros, inclusive para verificar se as alterações no uso do solo vem resultando em alterações no regime pluviométrico regional. Os dados TRMM também podem ser utilizados em modelagem hidrológica em médias bacias hidrográficas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ2) ao segundo autor deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ASSAD, E.D.; MASUTOMO, R.; ASSAD, M.L.L. (1992): Estimativa das precipitações máximas prováveis com duração de 24 horas e de 30 minutos: caso dos Cerrados Brasileiros. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, 27(5):677-686.
- FARIAS, S.E.M.; ARANTES, A.E.; FERREIRA, L.G.; SANO, E.E.; BARROS, J.R. (2013): Avaliação das Estimativas de Precipitação do satélite TRMM para o Estado de Goiás: uma abordagem climatológica. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- IBGE, (2004): IBGE lança o Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil, em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=169>>, Acesso em: 14 de maio de 2013.
- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B.A (2005): Conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, Volume 1, Nº 1. Julho 2005.
- LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. (2002): Contribuição Hídrica do Cerrado para as Grandes Bacias Hidrográficas Brasileiras. In: *Simpósio de Recursos Hídrico do Centro-Oeste*; Campo Grande-MS.
- MARCUZZO, F.F.N. Chuvas no cerrado da região centro-oeste do Brasil: análise histórica e tendência futura. *Ateliê Geográfico Goiânia-GO* v. 6, n. 2 ago/2012 p.112-130.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. (2007): Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. *Oficina de Textos*, São Paulo, p. 206.
- REBOITA, M.; GAN, M., ROCHA, R., AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v. 25, p. 185-204, 2010.
- SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S. ; FERREIRA, L.G. (2008): Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 1, jan. 2008, p.153-156.
- VIANA, D. R.; FERREIRA, N. J.; CONFORTE, J. C. Avaliação das estimativas de precipitação 3B42 e 3B43 do satélite TRMM na Região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. Anais... 2010.