Uso de Imagens do Satélite TRMM para Quantificação do Regime de Chuvas e Nebulosidade no Bioma Cerrado, Brasil

Daniela Pereira da Silva[1]
Manuel Eduardo Ferreira[1]

[1] Universidade Federal de Goiás (UFG)
Lab. de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG)
Campus Samambaia (Campus II), 74001-970, Goiânia - GO, Brasil
dannyblackstar@gmail.com; manuel@iesa.ufg.br

Abstract. One of the methods to monitor the current rainfall, and possible global climate changes (natural or human induced changes), is through orbital remote sensing techniques. The TRMM satellite - Tropical Rainfall Measuring Mission is one of these new generation sensors, which provides monthly precipitation data of the world. The main objective of this paper was to analyze the rainfall dynamic in Cerrado, a threatened and degraded savanna area in Brazil by the agricultural expansion, through a TRMM time-series in the period from 2000 to 2010. Data analysis were performed in a Geographic Information System (GIS) environment In general, both in the dry and in the rainy season, there was a predominance of the lower classes of precipitation, consistent with the climatic characteristics of this biome, with restricted areas with a higher volume of rain. The effects of El Niño and La Niña tend to be less pronounced in the Cerrado; nevertheless, these phenomena may be related to prolonged dry seasons observed in this study. In the other hand, the Atlantic Polar Front (APF) may explain the differences in rainfall regimes found in the study area and are expressed in the climatic diversity of the country. Still based on the literature, by observing the precipitation in the Cerrado, the greatest rainfall occurrence is concentrated in the period from November to March, due to increased activity of the Equatorial Continental air mass (MCE), composed of moist air masses with higher temperatures, causing heavy rainfall in the summer.

Palavras-chave: climate, drought, agricultural intensification, temporal analysis, climate anomaly**.**

1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma no Brasil, com fronteira com quase todos os biomas da América do Sul (Floresta Amazônica, Caatinga, Pantanal e a Mata Atlântica). Com aproximadamente 208 milhões de hectares (área contínua), é também o bioma que mais sofre pressão no que diz respeito ao uso e ocupação do solo (Nepstad et al., 1997), com um dos ambientes de savana mais ricos do mundo em biodiversidades e recursos hídricos (Felfili et al., 2004).

O clima no bioma Cerrado é caracterizado por uma estação chuvosa, com elevadas temperaturas na primavera-verão, e um inverno mais seco, com temperaturas mais amenas (Nimer e Edmon, 1979). Assim, o regime anual de chuvas nessa região não se distribui igualmente através do ano. Em quase toda a região, mais de 70% do total de chuva acumulada durante o ano se precipita de novembro a março, com máximas em dezembro, janeiro e fevereiro (quase 50%).

Umas das formas atuais para se monitorar a precipitação, e possíveis alterações no clima em decorrências das atividades humanas, tem sido por intermédio de técnicas de Sensoriamento Remoto orbital. Além de uma visão sinóptica de todo o bioma, a elevada frequência de imageamento contribui para as análises deste fenômeno natural. Um dos instrumentos utilizados é provido pelo satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* - TRMM (EUA/Japão), cujos dados diários e mensais têm ajudado na compreensão sobre a distribuição e variabilidade da precipitação na região dos trópicos, como parte do ciclo da água no sistema climático global. Em coordenação com os outros satélites da NASA (Sistema de Observação da Terra), o TRMM fornece informações via RADAR sobre as interações entre o vapor d'água, nuvens e precipitação, condições fundamentais para a regulação do clima na Terra.

Assim, o objetivo do presente artigo é o de analisar a precipitação no bioma Cerrado no período de 2000 a 2010, através das imagens do sensor TRMM, como subsídio na identificação de áreas propensas ao desenvolvimento e intensificação agrícola (para os cultivos dependentes do ciclo anual de precipitação), além de possíveis impactos ambientais decorrentes da expansão do agronegócio na região do Cerrado (no caso, uma redução ou aumento anormal da precipitação nos últimos anos).

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A área de estudo refere-se a todo o limite do bioma Cerrado, incluindo as áreas de transição com outros biomas, como a Floresta Amazônica, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização do bioma Cerrado e sua transição com outros biomas brasileiros, observados sobre uma imagem MODIS - Índice de Vegetação (EVI). Fonte: UFG/LAPIG.

2..2. Base de dados e Procedimentos de Análise

Na primeira etapa deste trabalho, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica e documental sobre métodos de processamento, aplicações e disponibilização de dados do sensor TRMM. Tais dados foram obtidos, inicialmente, a partir do banco de dados da NASA/GODDARD SPACE FLIGHT Center (http://trmm.gsfc.nasa.gov/) e na JAXA (Agência Espacial Japonesa), ambas responsáveis pela concepção e lançamento deste satélite/sensor.

Na segunda etapa, o tratamento e análise dos dados foram realizados num Sistema de Informações Geográficas (SIG) e em ambiente de processamento de imagens de satélite, com a delimitação da área de estudo para a região do Cerrado em toda a série de imagens TRMM.

Na terceira etapa, voltada para análises quantitativas e qualitativas, estas foram realizadas para o limite do bioma Cerrado, com a organização de planilhas, gráficos e um banco de dados geográfico representado na forma de imagens e mapas da última década.

Para realizar a divisão dos intervalos de precipitação, foi preciso dividi-los em sete classes (visando uma melhor distribuição pluviométrica); assim, na análise compreendendo o período anual, o intervalo geral foi de 0 a 3000 mm. Da mesma forma, no período chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro), o intervalo geral foi de 0 a 800 mm, enquanto que no seco (julho, agosto e setembro), de 0 a 500 mm. Os valores dos intervalos dos períodos citados são diferentes, devido à mudança no volume de precipitação.

3. Resultados e Discussão

A Frente Polar Atlântica (FPA) pode explicar as diferenças dos regimes pluviométricos encontrados na área de estudo e que se expressam na diversidade climática do país (Mendonça, 2007). Ainda com base na literatura, ao se observar a precipitação no bioma Cerrado, percebe-se que as maiores ocorrências de precipitação estão concentradas no período de novembro a março, devido ao aumento da atividade de ar da Massa Continental Equatorial (MCE), composta por sua vez de massas de ar úmido com temperaturas mais elevadas, causando chuvas abundantes no verão (Ayoade, 2003; Mendonça, 2007).

Analisando-se especificamente os dados do TRMM entre 2000 e 2010, observa-se na figura 2 os mapas de precipitação anual, com a distribuição pluviométrica no bioma Cerrado. Nota-se com esta sequência que os anos mais secos no Cerrado foram 2001, 2002, 2003, 2007 e 2010, enquanto que os mais chuvosos foram 2000, 2004 e 2009.

Na figura 3 observa-se a mesma sequência de mapas com dados TRMM, mas avaliando-se somente os meses de chuva no Cerrado, conforme descrito na metodologia. Neste caso, os anos mais secos (com base apenas nos meses chuvosos) foram 2001, 2006, 2007 e 2010. Três destes anos “mais secos” coincidem com os anos mais secos do somatório anual (2001, 2007 e 2010), já evidenciando uma estiagem nos meses seguintes.

Na figura 4 observa-se uma sequência semelhante de mapas com dados TRMM, mas agora avaliando-se somente os meses de seca no Cerrado, conforme descrito na metodologia. Neste caso, todos os anos analisados (com base apenas nos meses secos) ficaram com baixa precipitação, com exceção de 2005, 2007 e 2009, com um leve reforço na precipitação nestes meses (não mais que 140 mm) ao sul do bioma.

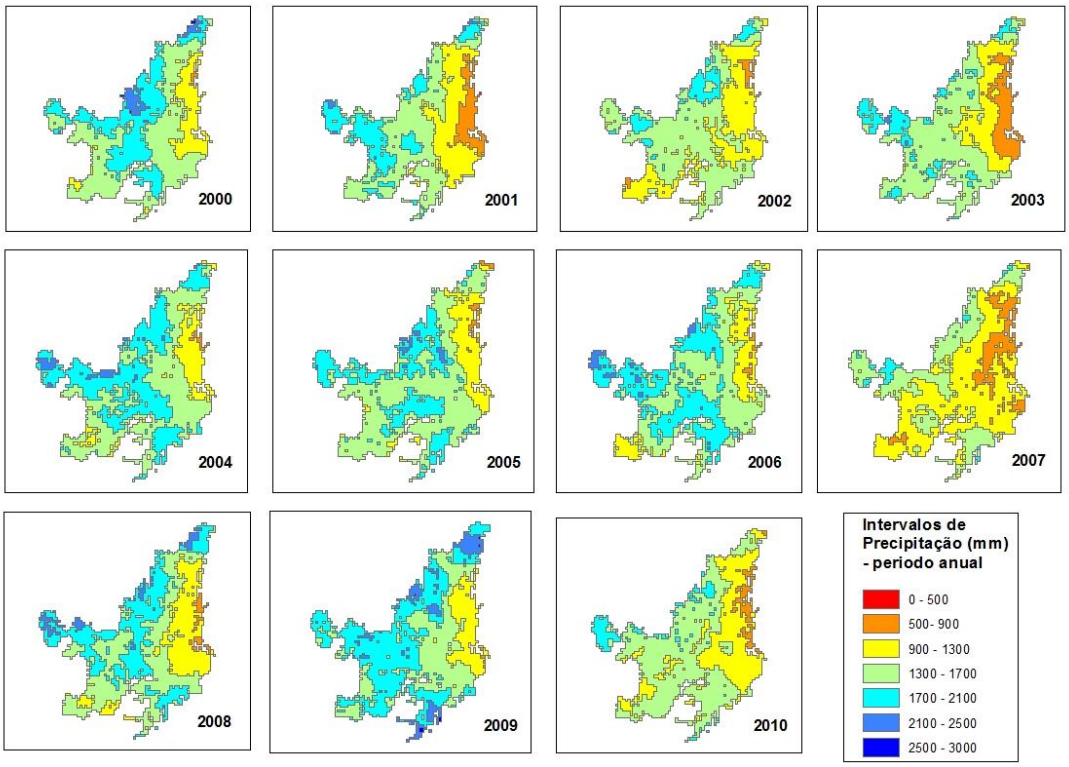

Figura 2. Mapa de precipitação anual (somatório mensal) no período de 2000 a 2010 para o bioma Cerrado, com base em dados TRMM.

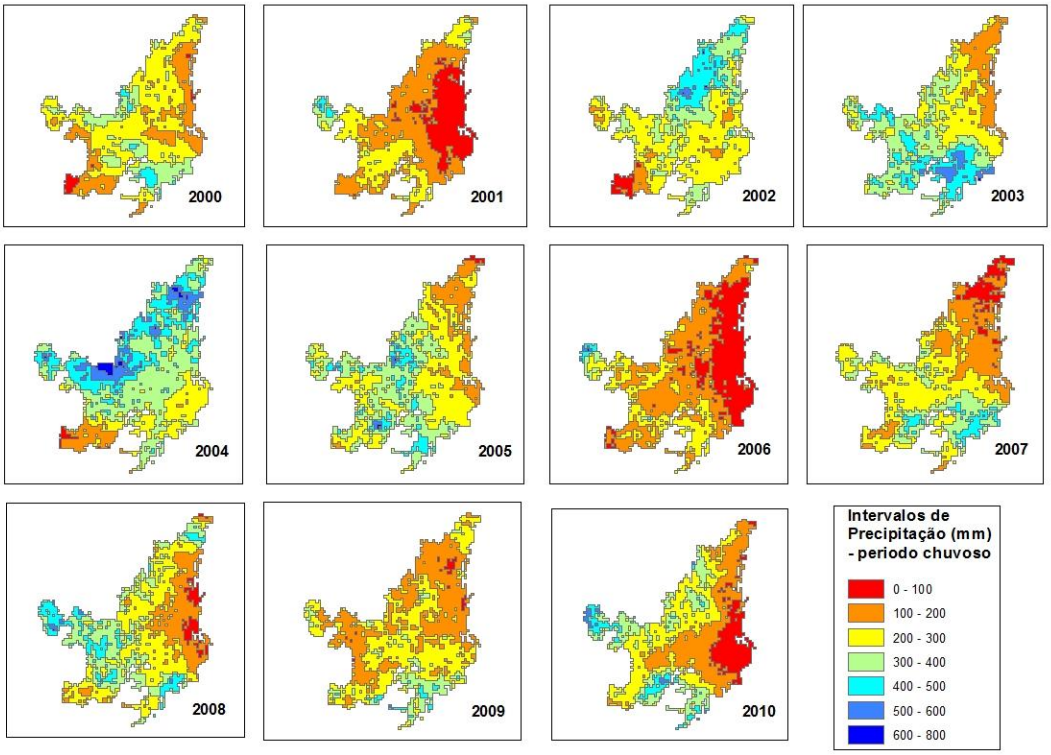

Figura 3. Mapa de precipitação anual no período chuvoso de 2000 a 2010 para o bioma Cerrado, com base em dados TRMM.

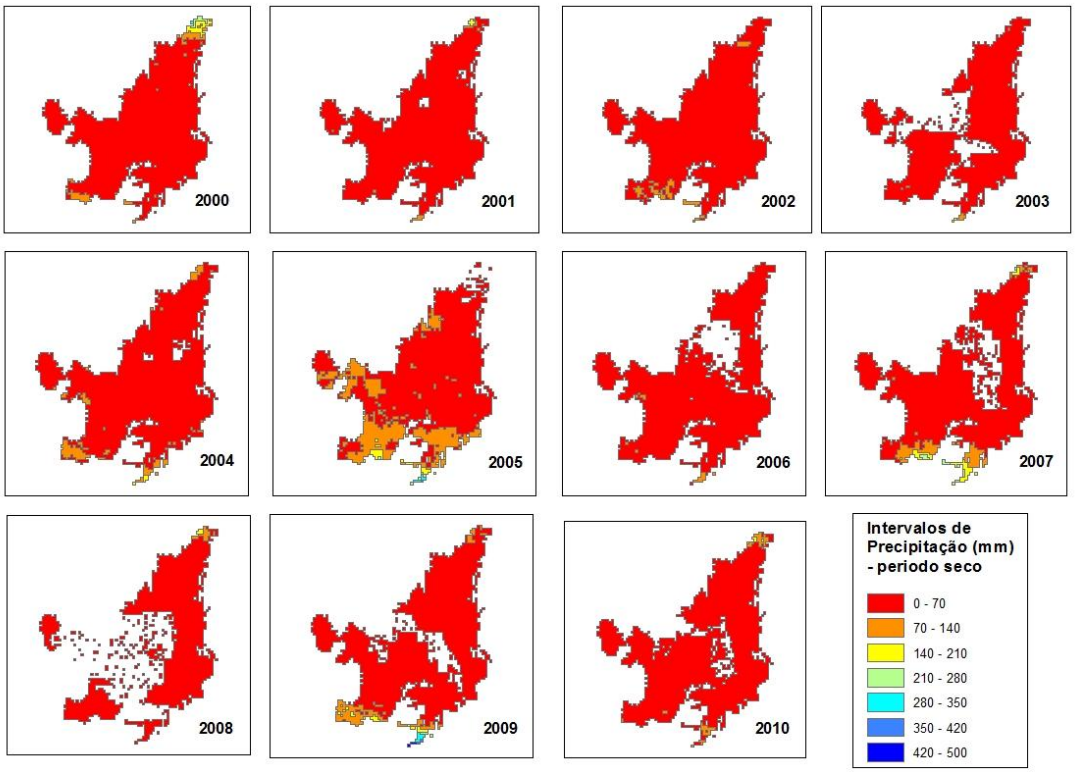

Figura 4. Mapa de precipitação anual no período seco de 2000 a 2010 para o bioma Cerrado, com base em dados TRMM.

Na figura 5, nota-se que as classes 1 e 7 tiveram uma grande predominância em valores nulos ao decorrer dos anos de 2000 a 2010, com um baixo volume de chuva, o que era esperado para este bioma. Os anos de 2000 e 2009 foram os únicos que apresentaram precipitação em todas as classes, exceto na classe 1, a qual obteve valor nulo.

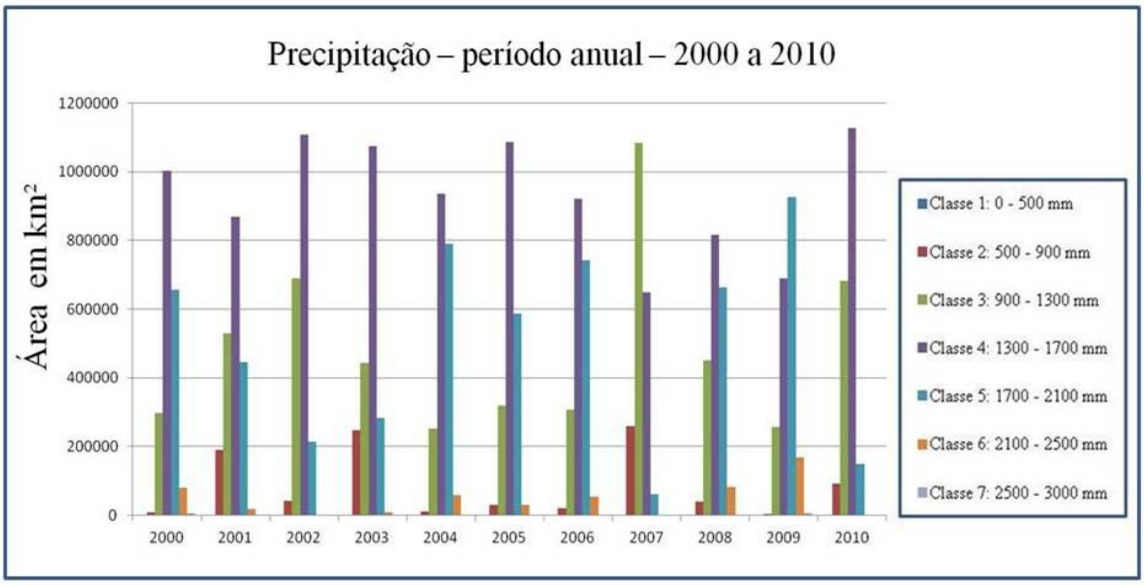

Figura 5. Área total em km² para cada classe de precipitação no Cerrado, no período de 2000 a 2010, com base em dados TRMM.

Ainda com base na figura 6, analisando-se o ano de 2009, verifica-se uma anomalia climática, representada por um volume de precipitação maior que das outras classes e anos anteriores, ilustrado pela classe 5 (1700 a 2100 mm). Em 2010, a classe 4 (cor rocha no gráfico) foi a que obteve um maior volume de chuva, com valores de 1300 a 1700 mm por ano, valor este dentro do normal, já que a média para o Cerrado é de aproximadamente 1500 mm por ano.

Analizando-se a precipitação mínima, o gráfico da figura 6 indica que 2004 foi o ano que teve a maior área com precipitação entre 100 mm e 300 mm. São valores esperados, já que as regiões que abrangem o Cerrado possuem um baixo volume de precipitação. As classes 6 e 7 (500 – 800 mm) deixa bem claro isso, pois esses valores de precipitação não aparecem em boa parte dos anos analisados.

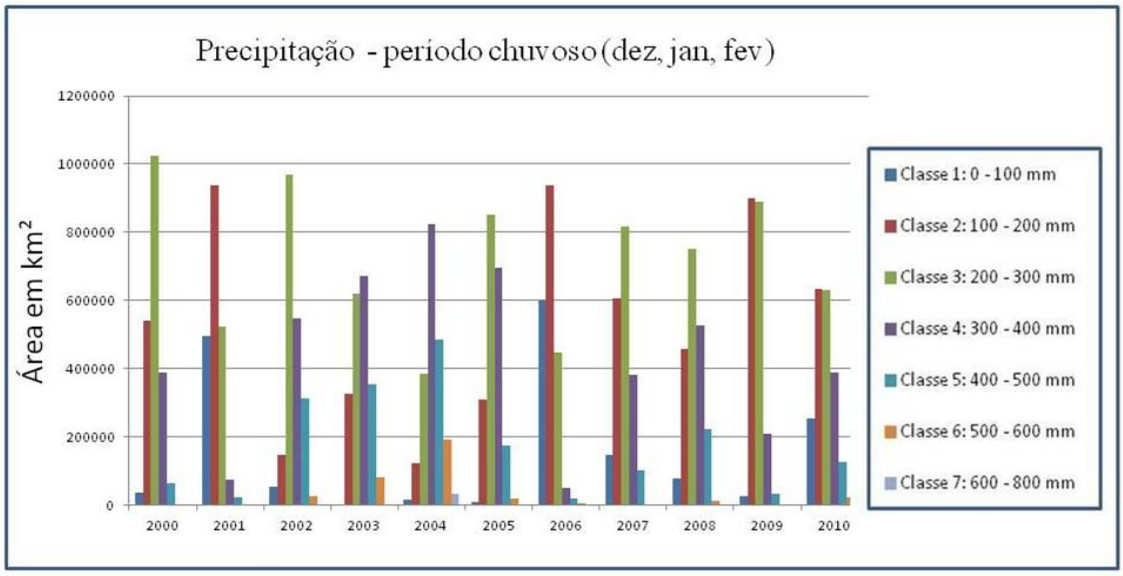

Figura 6. Área total em km² para cada classe de precipitação no Cerrado no período chuvoso, com base em dados TRMM.

Em análise da precipitação máxima, percebe-se anomalias no ano de 2004. Houve um volume de precipitação na classe de 300 a 800 mm, sendo esses valores altos para o bioma Cerrado. Somente em 2006 foi constatado a classe 1, variando de 0 a 100 mm; são valores muito baixos, haja vista que este é um período chuvoso e, para este ano, quase não ocorreu precipitação.

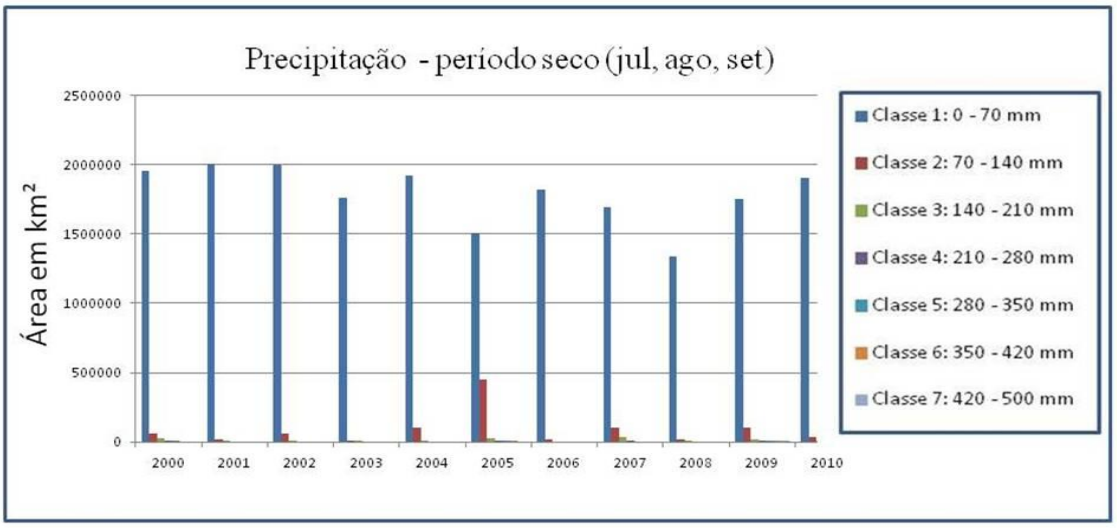

Figura 7. Área total em km² para cada classe de precipitação no Cerrado no período seco, com base em dados TRMM.

Na análise da figura 7, observa-se o predomínio da classe 1 (0 a 70 mm) em todos os anos. As demais classes praticamente não apareceram nos demais anos, exceto em 2005 (principalmente), 2007 e 2009, com uma tímida variação climática, com a classe 2 de precipitação (70 a 140 mm). Tais resultados eram esperados no Cerrado para os meses de seca, reforçando a forte sazonalidade deste bioma.

Ainda que 2009 tenha sido um ano com alta precipitação, esta aconteceu em áreas remotas, como pode-se observar nas classes 6 (350 a 420 mm) e 7 (420 a 500), com valores de 1407,3 km² e 2810,7 km², respectivamente.

Embora os efeitos do *El Niño* fenômeno *La Niña* tendam a ser menos pronunciados no bioma Cerrado, o aumento de precipitação nos meses de janeiro e fevereiro de 2010 está relacionado a um evento de *El Niño*, seguido por um evento de *La Niña* (começo de março), causando assim, uma estação seca prolongada e mais intensa do que o normal (Marengo, 1999).

4. Conclusões

Neste estudo, analisamos a variabilidade de precipitação no Cerrado, entre os anos de 2000 e 2010, nos períodos chuvoso e seco. A partir das análises mencionadas, verifica-se que, quanto maior a precipitação, menor a extensão coberta no bioma. Com base nos dados analisados (TRMM), não se verificou um padrão consistente de mudanças climáticas no Cerrado nos últimos anos, ainda que uma certa variabilidade seja verificada. No geral, o TRMM se mostrou um sensor de grande eficiência, ao mesmo tempo de fácil aquisição e processamento.

Espera-se que estes dados e análises possam apoiar o planejamento do uso da terra no bioma Cerrado, em termos de condições climáticas para a agricultura, bem como suprir outros estudos sobre os impactos ambientais causados pela intervenção antrópica nas últimas décadas nesta região.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento a esta pesquisa e à Universidade Federal de Goiás / Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), pelo apoio na obtenção de dados e análises.

Referências bibliográficas

Ayoade, J. O. Introdução à Climatologia para os trópicos. São Paulo: Difel, 1986.

Felfili, J. M.; Silva Júnior, M. C.; Sevilha, A. C.; Fagg, C. W.; Walter, B. M. T.; Nogueira, P. E. & Rezende, A. V. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. Plant Ecology, 175: 37 – 46.

Marengo, J.A.; Nobre, C.A.; Tomasella, J. The Drought of Amazonia in 2005. Am. Meteorol. Soc. 2008, 21, 1–6.

Mendonça, F.; Oliveira, I. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, p. 146 – 149, 2007.

NASA – National Aeronautics and Space Administration – Precipitation measurement missions. Disponível em: <http://pmm.nasa.gov/TRMM.>. Acessado em 28.06.2012.

Nepstad, D.; Klink, C. A.; UHL, C.; Vieira, I. C.; Lefebebvre, P.; Pedlwski, M.; Matricardi, E.; Negreiros, G.; Brown, I. F.; Amaral, E.; Homma, A.; Walker, R.. Land use in Amazonia and the Cerrado of Brazil. Ciência & Cultura (São Paulo), 49, p. 73 – 86, 1997.

Nimer, E. Climatologia das Regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte do Brasil – Introdução à Climatologia Dinâmica – Publicados na Revista Brasileira de Geografia – IBG – Fundação IBGE – Rio de Janeiro, 1971 e 1972.