



Mapeamento de planícies alagáveis da microrregião da baixada maranhense nos anos de 2001 e 2010

Mapping of flood plains in the microregion of the Maranhense lowlands from 2001 to 2010

Viviane Valeria da Silva¹, Bruna Cardoso de Faria², Julio Cezar Costa³

¹ Curso de graduação em Geografia, Universidade Federal de São João del-Rei, [vi.meioambiente, bcdefaria, juliozccta@gmail.com]@gmail.com, Av. Visconde do Rio Preto, s/n, São João del-Rei, MG, 36301-360.

Recebido em 27 de março, 2015/ Aceito em 22 de abril, 2015

RESUMO

A microrregião da Baixada Maranhense é constituída por extensas planícies alagáveis, que no período chuvoso com a ocorrência de alagamentos sazonais, auxiliam a biodiversidade, sistema hídrico e a economia da região. Desta forma, torna-se importante o monitoramento dessas áreas quanto ao uso do solo no ecossistema, para tal finalidade, foi possível utilizar ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Assim, o objetivo deste trabalho consiste no mapeamento das áreas de influência hídrica e análise da pluviosidade. A metodologia utilizada consistiu na aquisição de imagens pelo sensor *Thematic Mapper* (TM) do satélite Landsat 5 (L5), nos anos de 2001 e 2010 e dados do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) de 2000 a 2010 bem como, técnicas de segmentação e edição topológica manual com o intuito de identificar as planícies alagáveis ou áreas de influência dos corpos hídricos. Como resultado, a partir da classificação da imagem delimitou-se aproximadamente 3.387 km² de áreas alagadas no ano de 2001 e 3.840 km² em 2010. Esta extensão abrange o ciclo hidrológico e o escoamento superficial referente à época chuvosa da Baixada Maranhense (período de novembro a maio). Ainda a partir das informações extraídas do TRMM observou-se no período de estudo uma inconstante na pluviosidade e na área alagada mapeada, revelando aspectos importantes da dinâmica hídrica e pluviométrica da região.

Palavras-chave: geoprocessamento, precipitação, corpos hídricos.

ABSTRACT

The micro region of Maranhão denominated lowlands is formed by extensive floodplains, which in the rainy season assist the biodiversity, the water system and the economy in the region. Thus, it becomes important to monitor the land use and land cover in this ecosystems, for this purpose the Geographical Information Systems (GIS) could be used as an important tool. In this context, the objective of this work consists in mapping the flood areas and analyze the influence of rainfall. The methodology of this study consists in the use of images acquired by Thematic Mapper (TM) sensor of Landsat 5 satellite (L5), in 2001 and 2010 and precipitation data of 2000-2013 years, obtained from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), as well as, the use of segmentation and manual topology edition techniques for the images treatment with the objective to identify the wetlands or with water bodies influence. As a result, using the classification image was delimited approximately 3387 acres of wetlands in 2001 and 3840 km² in 2010. This extension covers the hydrological cycle and runoff related to the lowland rainy season (from November to May). Still, based on information extracted from TRMM was observed during the study period in an periodic rainfall that cause influences in the flooded area, revealing important aspects of the dynamic water and rainfall in the region.

Keywords: geoprocessing, precipitation, water bodies.

1. Introdução

Considerando a importância dos rios e as suas mais variadas finalidades, como oferta de recursos naturais, processos econômicos, sociais, culturais além de seu papel vital para a manutenção da biodiversidade, ressalta-se de acordo com (TUNDISI & SCHIEL, 2002; TUNDISI, 2003 p. 12):

A bacia hidrográfica envolve ainda componentes estruturais e funcionais, processos biogeofísicos, econômicos e sociais, tornando-se assim uma unidade ideal para integrar esforços de pesquisa e gerenciamento, por isso vêm sendo utilizada como instrumento de percepção ambiental e atuando como um laboratório experimental para o ensino.

A interação de um rio com a bacia hidrográfica se dá por meio de uma dinâmica específica. Que segundo (SILVEIRA 2004) com uma corrente de água em movimento permanente, horizontal e unidirecional em direção à foz, além da descarga, e da velocidade da correnteza, profundidade, largura e turbidez, turbulência contínua e mistura das camadas de água e estabilidade relativa do sedimento de fundo. Assim, trata-se de um sistema complexo, e de total vulnerabilidade tanto a processos naturais, quanto a antrópicos.

No contexto das dinâmicas fluviais, para esse trabalho, trata-se da peculiaridade do processo de enchente do Rio Mearim, também conhecida como planícies alagáveis. Que mesmo se tratando de um processo natural, é uma área bastante expressiva.

As planícies alagáveis localizam-se nos entornos dos sistemas fluviais e possuem papel importante na área na qual estão situadas, pois não só auxiliam na manutenção dos rios quando estes extravasam, como também torna-se um local propício à evolução e desenvolvimento da biodiversidade, que são fontes de renda e sustento de muitos ribeirinhos, principalmente em áreas costeiras, como é o caso da Baixada Maranhense, que apresenta alterações semestrais de acordo com a estação climática e precipitação. Enquanto a época seca é propícia às atividades agropecuárias, a chuvosa apresenta uma elevada produtividade de crustáceos e peixes (LIMA et al., 2009). Os alagamentos, segundo (OLIVEIRA 2009, p.7) se define como:

“... são eventos naturais que ocorrem devido ao extravasamento das águas do leito menor de um rio. São mais afetadas pelas inundações as áreas localizadas em relevos planos e rebaixados, como as planícies fluviais, onde há acumulação de água e de sedimentos. O mapeamento das áreas suscetíveis às inundações é importante para a leitura e compreensão destes episódios, e pode auxiliar no planejamento de modo a amenizar os danos materiais e sociais.”

Diante de um processo natural desse porte, e para assegurar um maior entendimento, o monitoramento temporal dessas áreas torna-se necessário para a definição de medidas de manejo no ecossistema. Nesse sentido, as geotecnologias permitem através de ferramentas, analisar uma ampla região com uma maior efetividade no monitoramento das cheias e em sua abrangência.

2. Área de estudo

O Estado do Maranhão ocupa uma área de 331.983,293 km². É o segundo maior estado da Região Nordeste e o oitavo maior estado do Brasil. (FERREIRA, 2008). Localizado no oeste da região nordeste do Brasil, o Maranhão tem como limites, ao norte o Oceano Atlântico, a leste o estado do Piauí, a sul e sudeste o estado do Tocantins e o do Pará, a oeste. (OLIVEIRA, 2012 p.12). E possui o segundo maior litoral brasileiro, superado apenas pela Bahia. Segundo (AB'SABER, 1960), o relevo do Estado do Maranhão é de grande variedade, entre os quais se tem o chamado Golfão Maranhense, que se caracteriza por ser uma região rebaixada e alagadiça de estuários afogados dos rios principais.

Em específico para esse estudo, será analisada a área referente à microrregião da Baixada Maranhense, também conhecida como pantanal maranhense, que está localizada na ilha de São Luís, no estado do Maranhão, Brasil. A região abriga 21 municípios e um sistema hídrico relevante, composto pelos rios Mearim, Pericumã, Pindaré, Aurá e Turiaçu, que extravasam nas estações

chuvosas e alagam áreas. Esses alagamentos advêm da pluviosidade e sua correlação com as estações climáticas, o que é peculiar da região, pois no primeiro semestre há um índice mais elevado de precipitação enquanto que no segundo semestre o índice é menor e de transição, sendo que ao final inicia-se novamente o período chuvoso. Desta forma, a estação mais seca compreende os meses de maio a novembro e a chuvosa os demais meses (LIMA et al., 2009).

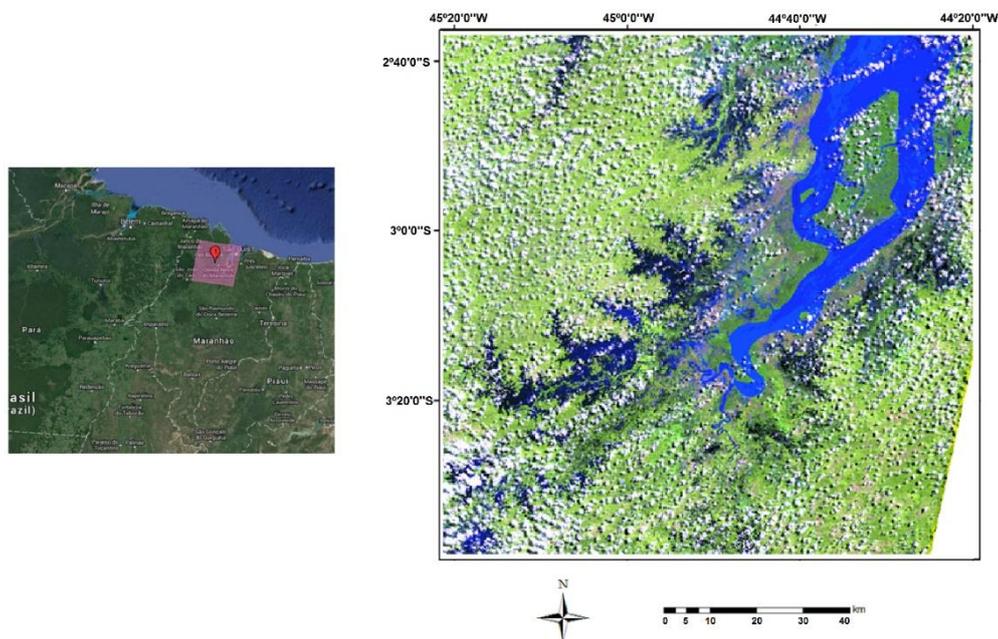


Figura 1. Localização da área de estudo – Baixada Maranhense.

3. Materiais e Métodos

3.1 Produtos Orbitais

Para o desenvolvimento desse trabalho, iniciou-se com mapeamento das áreas alagadas a partir de dados extraídos do satélite Landsat 5 (L5), desenvolvido pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), que entrou em órbita em 1984, com os sensores *Multispectral Scanner System* (MSS) e o sensor *Thematic Mapper* (TM). Inicialmente, foram utilizadas imagens de 2001 (nos meses de maio e outubro) e 2010 (maio e setembro), extraídas do sensor TM/Landsat 5, pois o mesmo encontrava-se ativo até final do ano de 2011 e abrange o período temporal da pesquisa. “O sensor apresenta sete bandas espectrais nas regiões do visível, infravermelho próximo, médio e termal, além de uma resolução espacial nominal (30 metros), acurácia radiométrica e posicionamento geométrico em relação ao seu antecessor, o sensor MSS” (EMBRAPA, 2013).

As imagens foram introduzidas no *software* de distribuição livre denominado Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 5.2) para o processamento, no qual foi necessário o uso das técnicas de segmentação e edição topológica manual, com propósito de alcançar como resultado final o mapa temático (EMBRAPA, 2013). Ressalta-se que foram adotados os critérios de similaridade 8 e área mínima 12 pixels. Desta forma, o resultado da imagem segmentada foi transformada na categoria temática no aplicativo SPRING 5.2, e os vetores decorrentes desta conversão foram classificados de acordo com os critérios de interpretação de imagens orbitais (forma, textura, cor, etc.).

Deste modo, para o desenvolvimento do estudo, foi necessária a criação de um banco de dados, o projeto e, posteriormente, realizar a leitura, registro e o processamento da imagem. O uso do *software* foi importante, devido ao fato de ter demonstrado que é possível empregar um *software* de distribuição livre em pesquisas avançadas, “sem perder a qualidade ou a confiabilidade” (MARTAROLE, 2012).

A análise da pluviosidade no período de 2000 a 2013 foi realizada a partir dos dados do TRMM, satélite que foi lançado em 1997 e desenvolvido pela NASA e pela *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) com o objetivo de monitorar a precipitação sobre os trópicos (FENSTERSEIFER et al., 2011). Os dados foram extraídos do algoritmo 3B42 V7, realizado a partir de medições de três em três horas, apresentando resolução espacial de 0,25° x 0,25° - TRMM e *Other-GPI Calibration Rainfall* (PEREIRA et al., 2013).

Os dados altimétricos foram adquiridos da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), projeto entre a NASA e a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) e das agências espaciais da Alemanha e da Itália, com o intuito de estimar o modelo digital de elevação do terreno, ou seja, resulta em um conhecimento da morfologia tridimensional da superfície terrestre, o que permitiu maior aprofundamento das características do meio físico. (VALERIANO, 2004). O modelo tridimensional criado para a pesquisa revela que não há muita variação de altitude e sim uma regularidade, e que a Baixada Maranhense encontra-se em uma região plana e baixa ao nível do mar.

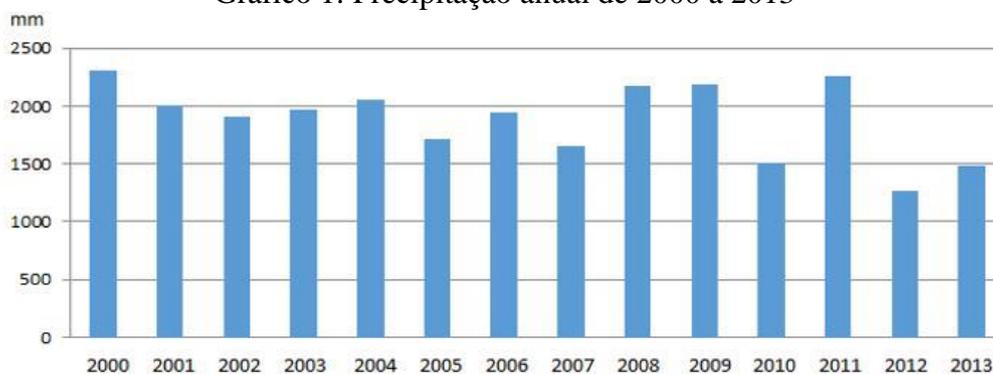
3.2 Metodologia

Para analisar as estruturas da imagem e o principal elemento de estudo, foi preciso classificar a imagem pelo método da segmentação, que fragmenta os elementos representados em regiões de acordo com os níveis de cinza e utiliza para isso parâmetros de semelhança (valor mínimo no qual duas classes são agrupadas em uma região) e limiar de área (valor mínimo de quantidade de pixel para uma região, podendo então separar as regiões). Criou-se a imagem segmentada a fim reagrupar seus elementos e classifica-la por região, fato que permite a ampla utilização desta técnica no mapeamento e classificação de uso e cobertura da terra. Ressalta-se que antes de classificar é preciso identificar as classes espectrais, pois cada elemento representado possui sua assinatura espectral. Com esses processos realizados, é originado o mapeamento e a edição da imagem com o propósito de alcançar como resultado final o mapa temático (LOPES, 2009).

4. Resultados e Discussões

A partir das análises das precipitações dos anos 2000 a 2013 (**Gráfico 1**), realizou-se um recorte temporal para determinar os anos de estudo para o mapeamento, nota-se que os anos 2000 e 2012 foram os que apresentaram os maiores e menores valores de precipitação acumulada, respectivamente. Contudo, os anos citados acima demonstrem as maiores e menores precipitações anuais, os meses que apresentaram as menores taxas pluviométricas ocorreram em 2010 e 2013, enquanto 2001 e 2008, (**Gráfico 2**) indicam os maiores índices.

Gráfico 1: Precipitação anual de 2000 a 2013



Ressalta-se que a área alagada possui uma relação com o total de precipitação e atinge seu máximo no ano subsequente, uma vez que as áreas alagadas diminuem apenas na estação seca, sendo assim escolheu-se o mês de maio do ano de 2001 e 2010 para analisar as áreas alagadas, referente ao

mês posterior a estação chuvosa, e outubro de 2001 e setembro de 2010, (**Gráfico 3**) para análise de áreas permanentes e corpos hídricos, período este após estação seca dos respectivos anos.

Gráfico 2: Precipitação mensal de 2000 a 2013 – Baixada maranhense

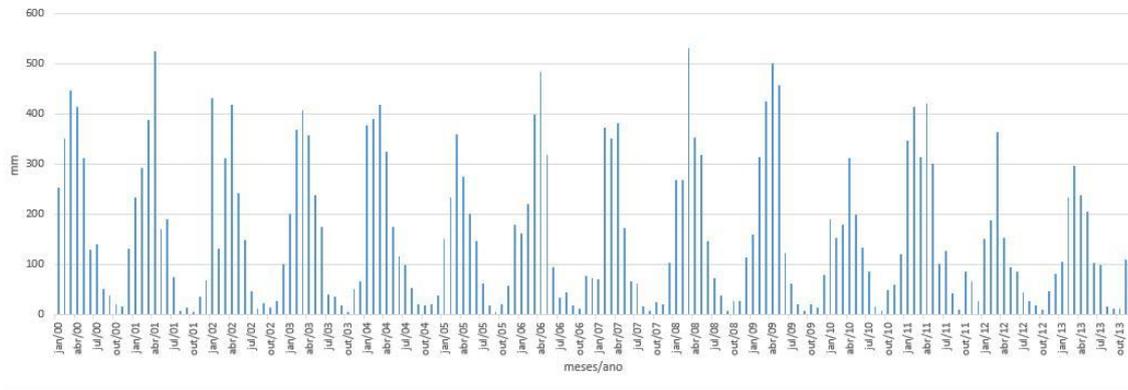
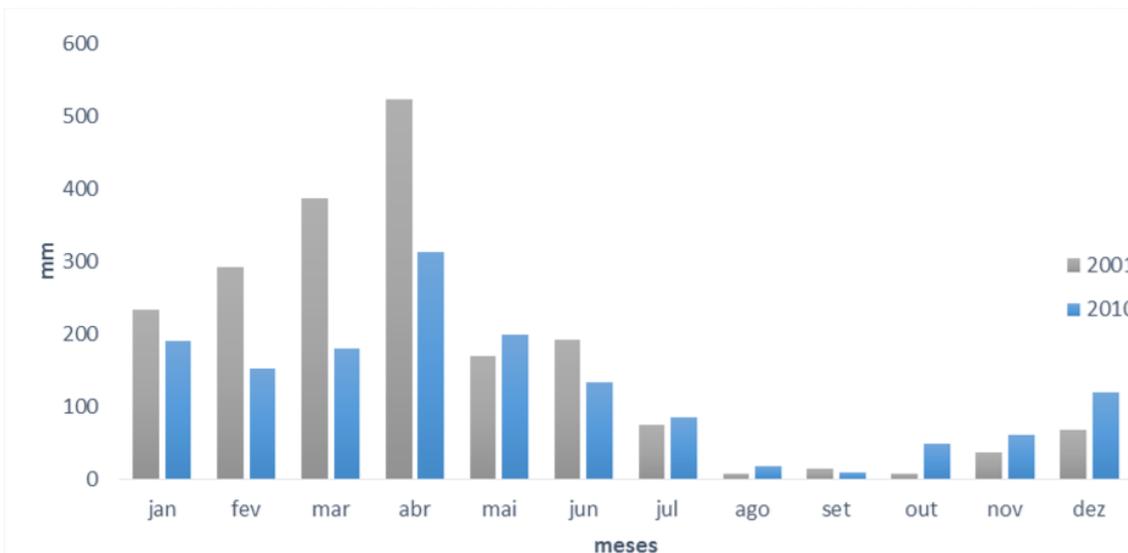


Gráfico 3: Precipitação mensal de 2001 e 2010 – Baixada Maranhense



Ao analisar as imagens adquiridas pelo Landsat 5, pós-período chuvoso e seco, é possível perceber a extensão das planícies alagadas no mês de maio, enquanto no mês de outubro (2001) e setembro (2010), durante a estiagem, o solo exposto substitui algumas áreas antes alagadas (**Figura 2**). Para mapear essas áreas utilizou-se a técnica de segmentação, porém a presença de nuvens na área de estudo durante a estação chuvosa dificultou o mapeamento.

A presença de tamanha proporção de nuvens na área de estudo ocorre devido a sistemas frontais, uma vez que a área de estudo está localizada em zona de convergência intertropical (ZCIT). Esta compreende uma área de convergência dos ventos alísios de nordeste, procedente do sistema de alta pressão, ou anticiclones subtropicais do hemisfério norte e dos alísios de sudeste devido à alta subtropical do hemisfério sul (MOLION; BERNARDO, 2008).

A técnica de segmentação utilizada foi de extrema importância para a detecção das áreas alagadas com maior precisão através dos polígonos gerados. A **Figura 2** e **Figura 3** mostram as áreas alagadas e a influência de corpos hídricos, resultantes da segmentação e classificação manual dos polígonos, na qual observa-se uma porção do oeste do Maranhão. A área delimitada de 2001, corresponde a 3387,36 km², enquanto a de 2010, corresponde a 3840,03 km². Sendo assim, o ano de 2010, mesmo sendo o ano em que obteve menor índice de precipitação acumulada em estação pós-chuvosa,

apresentou 452,67km² de área alagada a mais que o ano de 2001. Tal característica demonstra a importância da bacia de drenagem, uma vez que neste ano, a precipitação pode ter sido maior nas cabeceiras dos rios que drenam para a área de estudo.

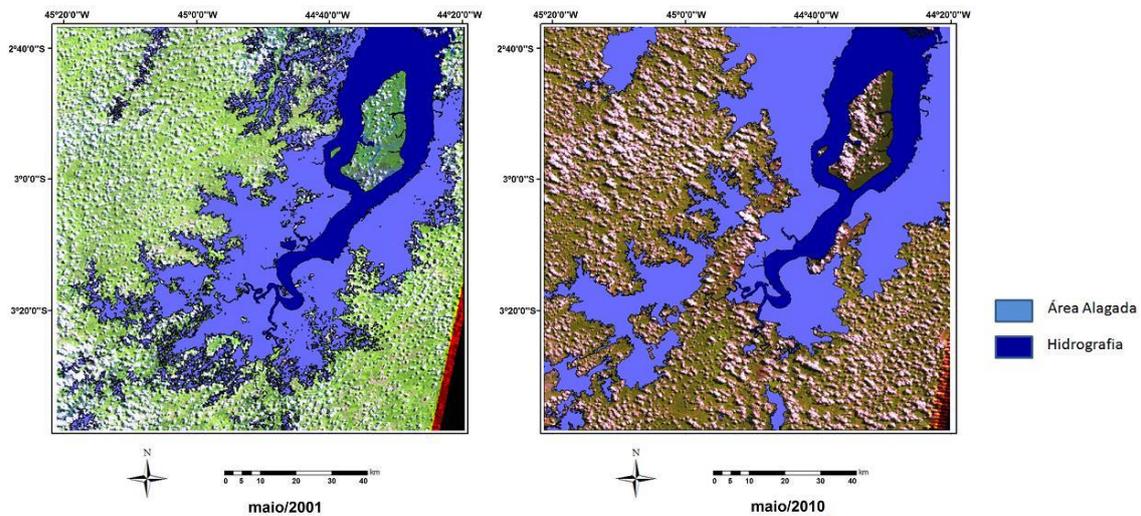


Figura 2. Área alagada e com influência de corpos hídricos nos anos de 2001 e 2010 em período pós chuvoso.

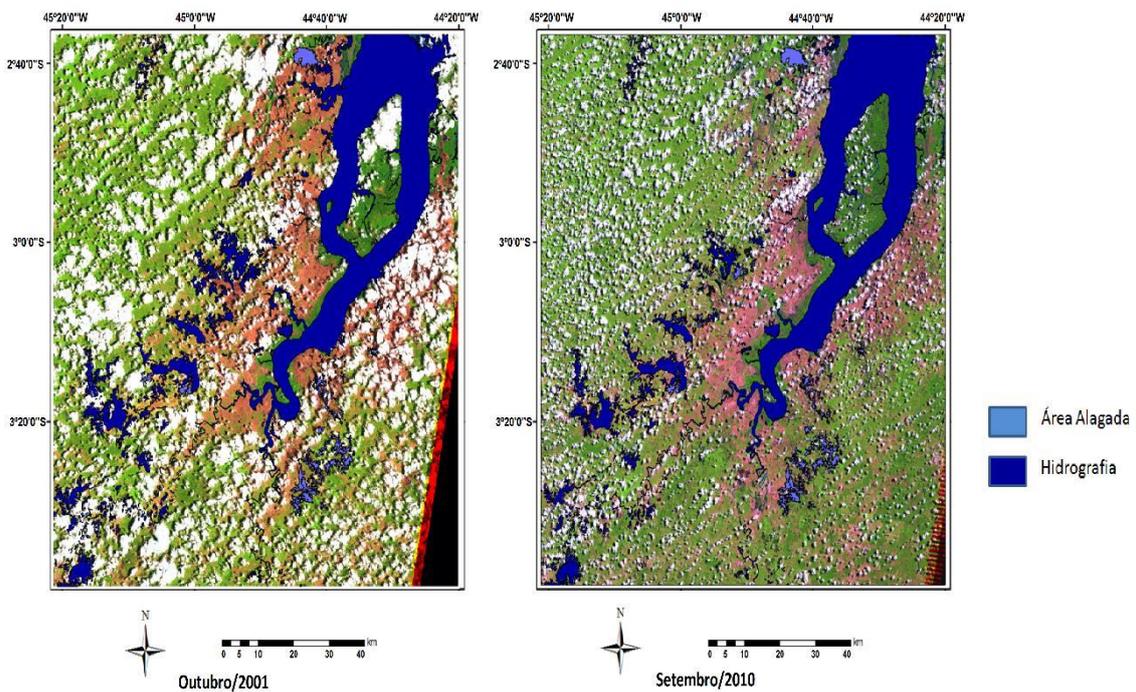


Figura 3. Corpos hídricos e áreas alagadas permanentes nos anos de 2001 e 2010 em período pós seco.

O estado do Maranhão é caracterizado morfologicamente por duas grandes configurações, a planície e o planalto, com a baixada Maranhense localizada nas planícies do estado, tornando a geomorfologia um aspecto influenciador de inundações na área estudada. O relevo da baixada maranhense pode ser caracterizado por plano a suavemente ondulado e com extensas áreas rebaixadas, que correspondem às áreas alagadas analisadas. No interior do rebaixamento é formado acumulações de sedimentos no qual as extremidades ficam descobertas das inundações e é então

desenvolvida a vegetação de terra firme (FEITOSA, 2006), como visualizado na ilustração da área (**Figura 4**).

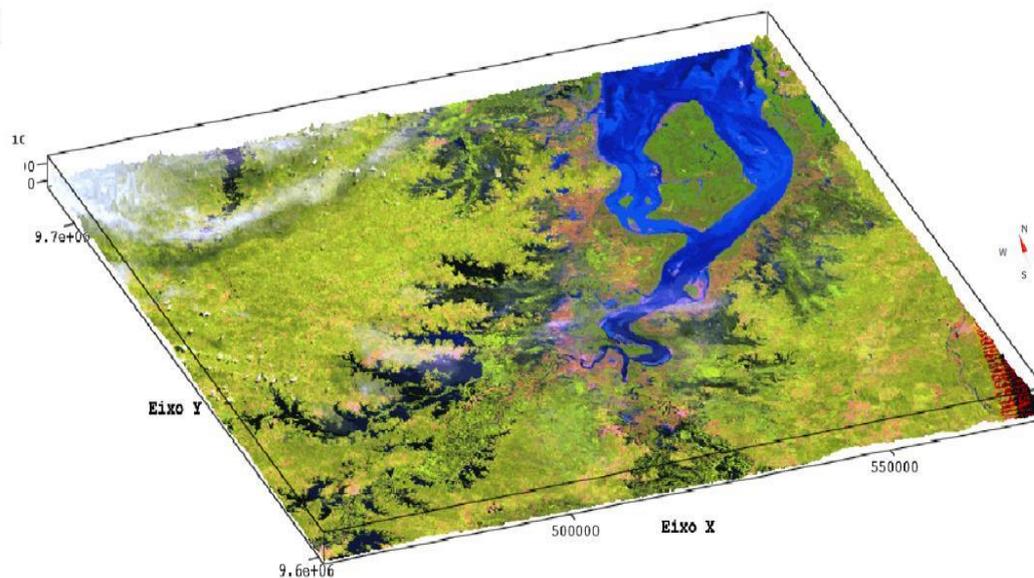


Figura 4. Área alagada e com influência de corpos hídricos na baixada Maranhense.

5. Conclusões

O trabalho buscou a identificação das áreas alagadas no pantanal maranhense a partir de imagens extraídas de satélite e a análise dos dados de precipitação, dos anos de 2001 e 2010, período que houve maior e menor precipitação acumulada, respectivamente. Desta forma, foi possível notar a partir dos métodos adotados a influência da precipitação e do sistema lacustre existente na área de estudo para a ocorrência dos alagamentos na região da Baixada Maranhense.

Outros estudos devem ser integrados ao trabalho a fim de realizar uma análise social, para levantar os reflexos destes eventos no litoral do Maranhão, já que os estudos nessa região são escassos e a área tem grande importância para o nordeste brasileiro. Desta forma, ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto são de suma importância para estudos em uma área com escassez de pesquisas.

Referências bibliográficas

EMBRAPA. **LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. Disponível em: <http://www.sat.cnpem.br/conteudo/missao_landsat.php>. Acesso em: 15 set. 2014.

LIMA, R.G.; CAVALCANTE, P. R. S.; MELO, O. T.; MELLO, W.Z.FEITOSA, A. C. **Relevo do estado do Maranhão**: Uma nova proposta de classificação topomorfológica. 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-7ea5f627d14a9f9a88cc694cf707236f.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2014.

FERREIRA, A. J.A. **Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense**, São Paulo, 2008 269f. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-11082009-141934/>. Php. Acesso em: 16 set. 2014.

FENSTERSEIFER, C. A.; ALLASIA, D. G.; TASSI, R. Avaliação preliminar da estimativa de precipitação pelo satélite trmm na bacia do alto jacuí RS. **Anais...** Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

LIMA, R.G.; CAVALCANTE, P. R. S.; MELO, O. T.; MELLO, W.Z. Concentrações de amônio na água da chuva e estimativa de emissão de amônia de rebanhos domésticos de pinheiro e viana, Baixada Maranhense. **Quim. Nova**, v. 32, n.9, p. 2273 - 2276, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n9/v32n9a06.pdf>>. Acesso: 14 set.2014.

MARTAROLE, M. M. R. **Áreas com potencial de alagamento em parte do entorno da cidade de porto velho/RO**, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Núcleo de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2012.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17.p. 1-10. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-7ea5f627d14a9f9a88cc694cf707236f.pdf>> Acesso em: 16 set. 2014.

OLIVEIRA, G. G.; PENTEADO, A. de F.; SALDANHA, D. L, ROSS, Jurandyr L. S. Mapeamento e análise da distribuição das áreas inundáveis na bacia do rio dos Sinos/RS. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4173-4180.

OLIVEIRA, T. M. N. **Restos a pagar: um estudo no Nordeste Brasileiro**. 2012. 19f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, 2012.

PEREIRA, G.; SILVA; M. E. S.; MORAES, E. C.; CARDOZO, F. S. Avaliação dos Dados de Precipitação Estimados pelo Satélite TRMM para o Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 139 - 148, 2013.

TUNDISI, J. G; SCHIEL, D. **A bacia hidrográfica como laboratório experimental para o ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental**, In: Schiel, D.; Mascarenhas, S.;Valeiras, N.; Santos, S. A. M. (org.). O estudo de bacias hidrográficas, uma estratégia para educação ambiental. São Carlos, Rima, p. 12-17. Valeiras, N e Lozada, R. 2002

SILVEIRA, A.L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**, In: TUCCI, C.E.M. (Org.), Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: Ed. UFRGS, p. 35-51, 2001

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados srtm disponíveis para a américa do sul**, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2004