CARACTERIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS MARÉS NA REGIÃO DO BAIXO CURSO DO RIO MEARIM ATRAVÉS DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Juliana Martins dos Santos ,[1] Eliane dos Santos Gomes [2], George Colares Silva Filho[3], Neuriane Silva Lima[4], Monica Larissa Castro Lopes[5], Juliana Lopes Almeida[6],Paulo Aurélio Cardoso da Silva[7], Halissa Helena dos Santos Veras[8],Fabrício Brito Silva[9]

[1]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, juliana.ms7@hotmail.com; [2]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, eliane.engambiental@gmail.com; [3]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, georgecolares@yahoo.com.br; [4]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, neurianny.berg@gmail.com; [5]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, lopesmonica42@gmail.com; [6]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, july01.jl@gmail.com; [7]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, paul_cardoso@ymail.com; [8]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, halissaveras97@gmail.com; [9]Universidade CEUMA, São Luís-Maranhão, fabricioagro@gmail.com

RESUMO

As regiões estuarinas são conhecidas como interfaces entre processos oceânicos e continentais. A foz do Rio Mearim possui mecanismos diretos de interação entre os ciclos de marés e as propriedades físico-químicas da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar e caracterizar a influência da maré na região do Mearim utilizando o modelo linear de mistura espectral (MLME). Foi possível observar uma diferença de quarenta minutos entre o pico da maré cheia no município de São Luís e a chegada da maré (pororoca), na foz do Rio Mearim. Verificou-se também que a lua nova dominou de fevereiro a abril e a lua cheia de agosto a outubro e em ambos os períodos, a maior maré alcançou 6,7m na ilha de São Luís. Isso demonstra uma forte influência da maré no regime de descarga fluvial, alterando diariamente as propriedades hidrológicas e físico-químicas da água nessa região.

Palavras-chave — imagens de satélite, descarga fluvial, ciclo de marés.

ABSTRACT

Estuarine regions are known as interfaces between oceanic and continental processes. The mouth of the Mearim River has direct mechanisms of interaction between the tidal cycles and the physical-chemical properties of the water. The objective of this work was to evaluate and characterize the influence of the tide in the Mearim region using the linear spectral mixing model (MLME). It was possible to observe a difference of forty minutes between the peak of the full tide in the municipality of São Luís and the arrival of the tide (pororoca) at the mouth of the Mearim River.
It was also found that the new moon dominated from February to April and the full moon from August to October and in both periods, the highest tide reached 6.7m on the island of São Luís. This shows a strong influence of the tide on the river discharge regime, changing daily the hydrological and physico-chemical properties of the water in this region.

Key words — *satellite images, river discharge, tidal cycle.*

1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Mearim protagoniza como a maior bacia hidrográfica do Maranhão, abrigando uma grande diversidade de ambientes. Este rio deságua na região estuaria no Golfão Maranhense juntamente com os principais rios do Estado. A dinâmica espacial das paisagens na foz do Rio Mearim tem sido alterada radicalmente em função de processos hidrodinâmicos do rio, como, ciclo de entrada das marés e ações antrópicas.

Nessa região estuaria ocorre à presença de meandros (curvas acentuadas ao longo do percurso do rio) que apresentam tendências de rompimento, o que consequentemente irá alterar drasticamente as paisagens da região. Estes meandros são constantemente erodidos pela entrada diária das marés, bem como pelo fluxo do rio.

Anomalias no curso do rio provocadas pela hidrodinâmica de meandros, em conjunto com alterações antrópicas na cobertura vegetal, influenciam significativamente no avanço da salinidade em magnitude ainda desconhecida pela comunidade científica (ASSINE et al., 2010)[1].

Um problema ambiental grave nessa região é o desconhecimento das interações entre o fluxo hidrodinâmico do rio e a entrada diária da maré.

Nos últimos anos, satélites ambientais orbitais produziram grande volume de dados, cujo maior desafio é a disponibilidade de recursos humanos capacitados para processar e interpretar esses dados. Nesse sentido, dados de sensoriamento remoto aliados a dados hidrológicos coletados em campo podem oferecer informações sobre a influência das marés e do fluxo hidrodinâmico do rio na alteração drástica das paisagens na região dos meandros da foz do Rio Mearim.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e caracterizar a influência da entrada da maré na região do Mearim em relação ao período seco e chuvoso, bem como compreender a sua relação nos aspectos físicos, químicos e biológicos e ainda a interação entre as fases lunares e sua influência na descarga fluvial da região estuarina do Rio Mearim.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A região do baixo Mearim (Figura 1) está localizada no paralelo 3° 27’ 00’’ de latitude sul e 44° 46’ 48’’ de longitude oeste, possui um domínio geomorfológico que compreende desde o povoado de Seco das Mulatas, em Bacabal, até a foz do rio na baía de São Marcos, sendo caracterizada pela complexa interface de ecossistemas, abrigando manguezais, babaçuais, campos abertos e inundáveis e uma série de bacias lacustres em sistema de “rosário” - conjunto estuarino e lagunar e matas ciliares.

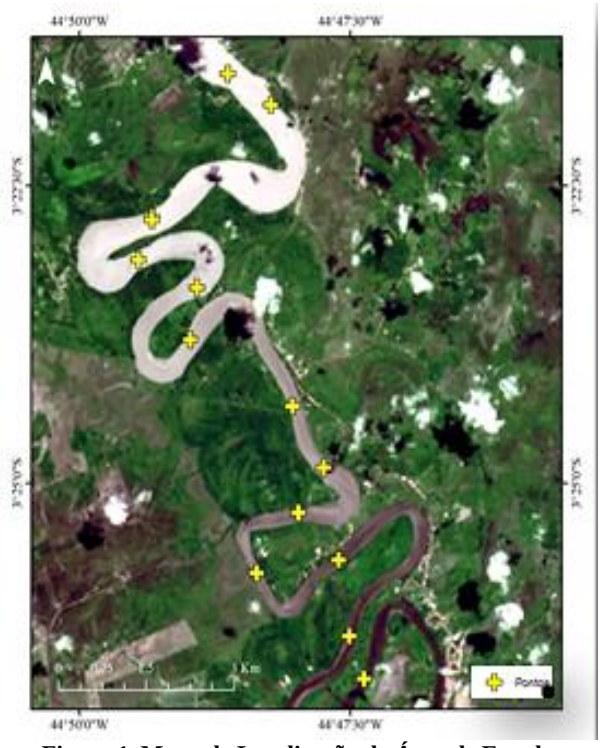

Figura 1. Mapa de Localização da Área de Estudo

2.2 Aquisição e processamento das imagens de satélites

Foram adquiridas 2 imagens, do satélite LANDSAT 8 OLI, para avaliar e caracterizar a influência da maré durante os períodos seco e chuvoso. Foram utilizados ainda, dados de previsão de altura das marés através da homepage Mar Mil (www.mar.mil.br)[2] e levantamentos de campo, executados principalmente durante os períodos das marés de sizígia, bem como, a observação da onda e da atuação das marés com coletas de água superficial para análise referente às propriedades físico-químicas e concentração de sedimentos em suspensão antes, durante e após a passagem da maré (pororoca).

2.3 Análise de dados

Para interpretação dos dados, foi aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), indicado principalmente para análise da resposta espectral de um pixel, e ainda para áreas mais extensas como aquelas cobertas por dados de limitada resolução espaciais, os quais são constantemente utilizados em estudos de natureza local, regional e global (Freitas; Haertel; Shimabukuro, 2008)[3].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processamento digital das imagens através do MLME revelou a influência da amplitude das marés na mudança da paisagem, na região do baixo curso do Rio Mearim (Figura 2). O uso de técnicas de MLME em processamento de dados tem sido bastante eficaz para a investigação de estudos ambientais.

Rodriguez Yi et. al., (1998)[4] evidenciou a viabilidade do uso do MLME para a discriminação de classes de floresta, cerrado, áreas preparadas para soja, culturas agrícolas e pastagem natural, soja e milho.

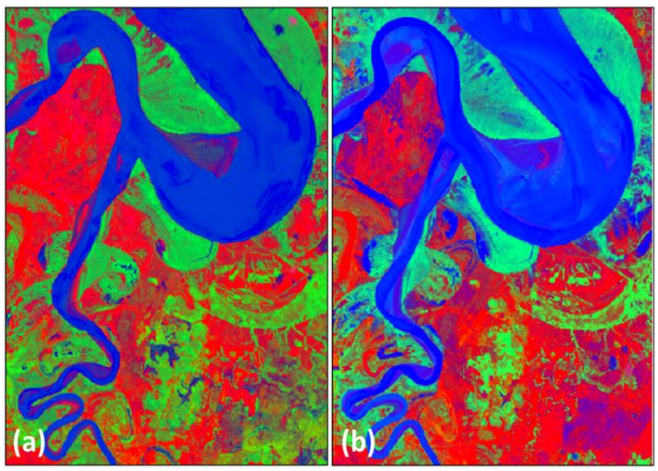

Figura 2. (a) imagem processada com o modelo linear de mistura espectral do período de maré seca; (b) imagem processada com o modelo linear de mistura espectral do período de maré cheia.

No trabalho de campo realizado foi possível observar uma diferença de aproximadamente quarenta minutos entre o pico da maré cheia na ilha de São Luís e a chegada da maré na foz do rio Mearim em Arari.

A velocidade do fluxo de água antes da entrada da maré correspondeu a 0,8 km/h, enquanto que a velocidade de entrada da maré correspondeu a aproximadamente 42 km/h..

Em comparação a outros ambientes estuarinos essa velocidade é considerada alta, dos Santos et al. (2005)[5], por exemplo, constatou em sua pesquisa no rio Araguari, Amapá-Ma, que a maré adentra ao rio à uma velocidade de aproximadamente 10 a 18km/h.

A região dos meandros apresenta grande variação na exposição dos bancos de areia, localmente conhecidos como "croas" (Figura 3).

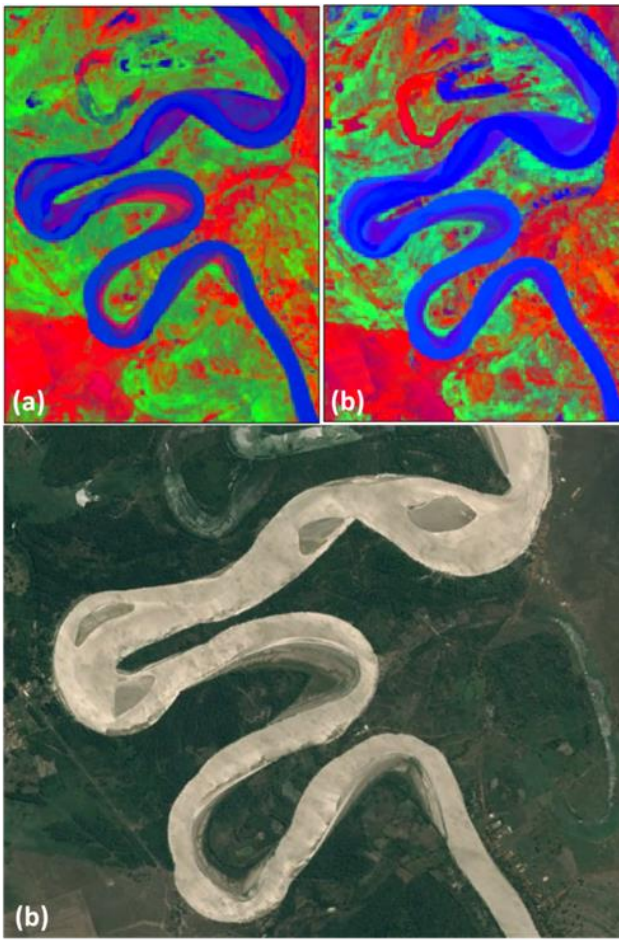

Figura 3. Efeito da amplitude de marés na paisagem dos meandros do Rio Mearim. (a) Imagem processada com o modelo linear de mistura espectral do período de maré seca; (b) Imagem processada com o modelo linear de mistura espectral do período de maré cheia; Imagem de alta resolução do programa GoogleEarth (c).

Em relação ao ciclo lunar verificou-se que a lua nova dominou de fevereiro a abril e a lua cheia de agosto a outubro. Além disso, em ambos os períodos, a maior maré alcançou 6,7m na ilha de São Luís.

A dinâmica de estuários depende principalmente dos gradientes de salinidade, da descarga fluvial e da vazão do rio, provocadas pela diluição da água salgada em seu interior (MIRANDA et al., 2002)[6].

Esses dados revelam uma forte influência da maré no regime de descarga fluvial, alterando diariamente as propriedades hidrológicas e físico-químicas da água nessa região. As marés são os principais responsáveis pelo processo de mistura em um estuário, pois atua fundamentalmente na região interna da coluna de água (STIGEBRANDT, 1988)[7].

Os dados observados por imagens de satélite também foram comparados com os dados fotografados em campo ao longo do curso do rio.

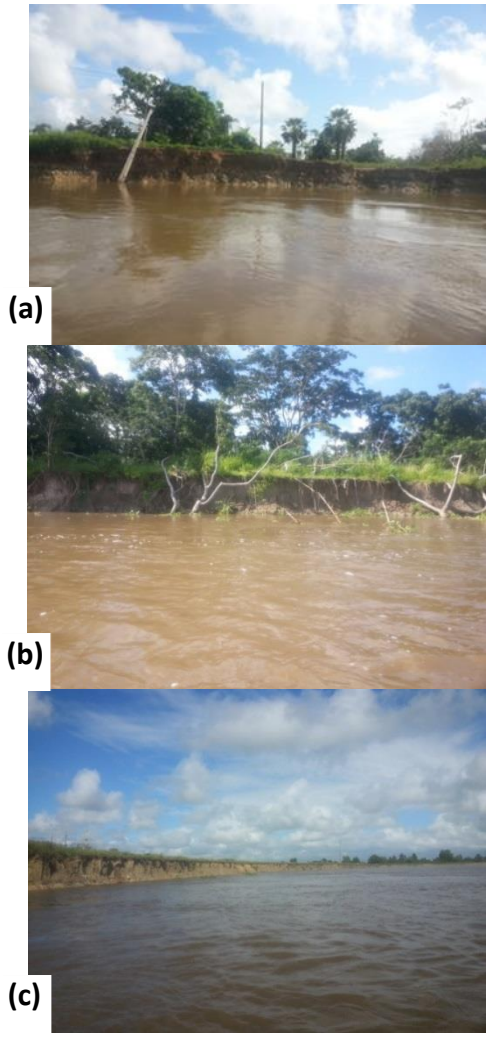

Figura 4. Trechos do rio nos quais foi constatado a erosão nas regiões de curva ou meandros (a) Comunidade do Bom Fim, (b) Comunidade Aranha e (c) Comunidade do Curral da Igreja.

5. CONCLUSÕES

O estudo revelou através das imagens de satélite adquiridas e processadas digitalmente alterações no estuário do Rio Mearim, ocasionada pelo efeito da amplitude da maré durante os períodos seco e chuvoso. Em relação à influência climática na dinâmica de sedimentos foi possível observar

maior presença de croas (bancos de areia) no período seco, demonstrando alto grau de assoreamento.

6. REFERÊNCIAS

[1] ASSINE M. L., PADOVANI, C. R., ZACHARIAS, A. A., ANGULO, R, & SOUZA, M. C. Compartimentação geomorfológica, processos de avulsão fluvial e mudanças de curso do Rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 6, 2010.

[2] Tábua de maré. Disponível em: http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/. Acesso em: 22 de janeiro de 2017.

[3] DE FREITAS, Ramon Morais; HAERTEL, Vitor; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. Modelo linear de mistura espectral em imagem de moderada resolução espacial. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 2008, 14.1.

[4] YI, JOSÉ L. RODRÍGUEZ et al. Segmentação de imagens fração derivadas do sensor TM-Landsat para o mapeamento do uso do solo no município de Sapezal (MT). In: Anais do IX Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, SP. 1998.

[5] DOS SANTOS, V. F., FIGUEIREDO JR, A. G., DA SILVEIRA, O. F. M., POLIDORI, L., de OLIVEIRA, D. M., & DIAS, M. B. Processos Sedimentares Em Área De Macro-Marés Influenciados Pela Pororoca-Estuário Do Rio Araguari-Amapá-Brasil. 2005.

[6] DE MIRANDA, Luiz Bruner. Princípios de Oceanografia Física de Estuários Vol. 42. Edusp, 2002.

[7] STIGEBRANDT, Anders. Dynamic control by topography in estuaries. Hydrodynamics of Estuaries, v. 1, 1988.