POTENCIAL E DESAFIOS DO USO DE IMAGENS LANDSAT TM5 E OLI8 PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE MANGUEZAIS

João Batista Damasio Neto, Darllan Collins da Cunha e Silva, Marília Cunha Lignon

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus Experimental de Registro. Av. Nelson Brihi Badur, 430, Vila Tupi, Registro, SP, Brasil; {joaoadamasio, darllan.collins, cunha.lignon}@registro.unesp.br

RESUMO

O sensoriamento remoto é indispensável para mapeamento de ambientes costeiros, apresentando potenciais e desafios a serem avaliados. As imagens Landsat são instrumentos importantes, com alto potencial de mapeamento de manguezais. No presente estudo, as áreas de manguezais foram mapeadas utilizando-se imagens Landsat 5/TM e 8/OLI de 2010 e 2015, respectivamente do município de Cananéia. Nós aplicamos composições coloridas, discriminação visual e classificação supervisionada com auxílio do SIG SPRING. Com os resultados do sensoriamento, realizou-se comparativo das áreas de manguezal mapeadas em 2010 (114,88km²) e 2015 (98,22km²). Posteriormente, avaliamos as limitações e potenciais de cada sensor. Dentre as técnicas aplicadas, concluiu-se que a utilização de principais componentes de imagens com alta resolução radiométrica, permitiu melhor discriminação visual das áreas de manguezal, em relação às bandas originais do 8/OLI, quando feitas composições coloridas. Por outro lado, nas imagens do 5/TM, as principais componentes não permitiram essa discriminação, sendo as bandas originais melhores.

Palavras-chave **—** Sensoriamento remoto, ambientes costeiros, classificação.

ABSTRACT

Remote sensing is indispensable for mapping coastal environments, presenting potential and challenges to be evaluated. Landsat images are important tools with high potential for mangrove mapping. In the present study, the mangrove areas were mapped using Landsat 5/TM and 8/OLI images of 2010 and 2015, respectively, of the municipality of Cananéia. We apply colored compositions, visual discrimination and supervised classification with the help of SIG SPRING. With the results of the sensing, the mangrove areas mapped in 2010 (114.88 km²) and 2015 (98.22 km²) were compared. Subsequently, we evaluated the limitations and potentials of each sensor. Among the applied techniques, it was concluded that the use of main components of images with high radiometric resolution, allowed a better visual discrimination of the mangrove areas, in relation to the original 8/OLI bands, when making colored compositions. On the other hand, in the 5/TM images, the main components did not allow this discrimination, with the original bands being better.

Key words **—** *Remote sensing, coastal environments, classification.*

1. INTRODUÇÃO

Manguezais são ecossistemas costeiros, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característicos de regiões tropicais/subtropicais e sujeitos ao regime das marés [1]. Em torno de 60 % da área total dos manguezais encontra-se em apenas 10 países, e 47% da área global dos manguezais no planeta, encontram-se em cinco países (Indonésia, Austrália, Brasil, Nigéria e México) [2]. Os manguezais são um dos ecossistemas mais produtivos da biosfera, desempenhando uma gama de funções ecológicas, ambientais e socioeconômicas. Essas funções incluem: conservação de diversidade biológica, proteção da linha de costa, importante fonte de fixação de carbono, fonte de recursos naturais e econômicos para comunidades humanas, habitat para diversos animais marinhos e terrestres, incluindo espécies pesqueiras de importância comercial, além de propiciar sustentação à pesca costeira artesanal e industrial [2]. Os serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais como a retenção de sedimentos, berçário de espécies marinhas, proteção da costa e outros, serão somente garantidos com a conservação desse ecossistema [3].

O Brasil apresenta a segunda maior área de manguezal do planeta, correspondendo a 7% da cobertura mundial e 50% deste ambiente estão localizados na América Latina [2].

No litoral sul do Estado de São Paulo, o mapeamento das áreas de manguezais, com auxílio de imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto, e o monitoramento dos bosques de mangue, com uso de parcelas permanentes, tem sido realizado desde 2001. O monitoramento das áreas manguezais pode fornecer informações vitais para assessorar programas de gestão e de conservação costeira [4].

O sensoriamento remoto é a tecnologia de obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno, sem contato físico com os mesmos, baseando-se somente na interação da radiação eletromagnética e os diferentes materiais da cena [5]. O lançamento da nova série de satélite Landsat, em 11 de fevereiro de 2013, denominada Landsat 8, trouxe consigo novas possibilidades para a pesquisa no que diz respeito à produção de dados e informações espaciais, apresentando

um conjunto de novos sensores, dentre eles o sensor espectral OLI (*Operation Land Imager*) [6].

O presente trabalho tem como objetivo mapear e quantificar os manguezais do município de Cananéia (Litoral Sul de São Paulo, Brasil) utilizando imagens do Landsat_5/TM e Landsat-8/OLI, e em especial investigar o potencial dessas imagens e de técnicas de sensoriamento remoto para o mapeamento de manguezais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho corresponde ao sistema estuarino-lagunar do município de Cananéia (25º01'S – 47º98'W), localizado no litoral Sul de São Paulo (Figura 1). A região é caracterizada por uma ampla planície costeira, com uma área aproximada de 2.500 km². A região apresenta temperatura média anual de 23,8C°, precipitação média anual de 2300 mm [7].

2.2. Processamento de Imagens

Para o mapeamento dos manguezais da região de Cananéia, foram utilizadas as imagens do satélite Landsat TM 5 orbita/ponto 219/77 (zona 23, Datum SAD-69), referente 04/02/2010, bandas 2,3,4, e do Landsat-8/OLI orbita/Ponto 220/77, referente a 10/06/2015 bandas 3,4,5. As imagens foram escolhidas por não apresentarem qualquer cobertura de nuvem em toda área de interesse, o que favorece a interpretação das feições espaciais presentes na área de estudo.

Para o processamento das imagens e análises realizadas neste estudo, foi utilizado o programa SPRING, versão 5.4.0. Inicialmente foi utilizado como base o banco de dados SIG-RB (Sistema de Informações Geográficas do Ribeira de Iguape e Litoral Sul), o qual foi obtido gratuitamente (http://www.sigrb.com.br/), no formato Access, que foi ativado diretamente no SPRING. A escala de análise considerada no presente estudo corresponde a região do sistema estuarino-lagunar de Cananéia (Figura 1), assim para delimitação dessa área foi utilizada a função de recorte de plano de informação sobre as imagens.

A imagem Landsat 8/OLI foi registrada, baseando-se no mapa temático (formato vetorial) da malha viária do banco de dados do SIG-RB. Em seguida, foram produzidas diferentes composições coloridas, nas quais foi aplicado realce de contraste linear, selecionando-se a composição RGB.

As melhores composições coloridas foram utilizadas para intepretação visual das áreas de manguezal, utilizando os elementos de cor, textura e localização. Com base nessa análise foi procedida classificação supervisionada MAXVER utilizando as bandas 2,3,4 nas imagens do Landsat_5/TM e as bandas 3,4,5 nas imagens do Landsat_8/OLI. Um total de 23 amostras foram adquiras e fornecidas ao classificador na classificação das imagens de 2015 e um total de 18 amostras na classificação das imagens de 2010. Foi realizada pós-classificação, com peso 5 e limiar 4. Também foi realizada a técnica de análises por componentes principais (PCA). Foi efetuado o mapeamento para classes temáticas, gerando-se um mapa temático em formato matricial das áreas de manguezal. Em função de algumas áreas terem sido classificadas erroneamente em ambas as classificações, foi precedida edição matricial para eliminação desses polígonos, utilizando-se como base a discriminação visual das áreas de manguezal na composição colorida e o conhecimento do local de estudo pelos autores.

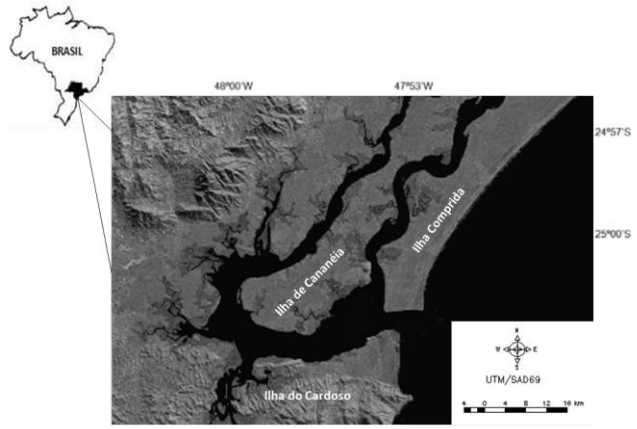

Figura 1. Área de estudo, região de Cananéia localizada no litoral Sul de São Paulo.

3. RESULTADOS

3.1.Composições coloridas

A figura 2 ilustra as diferentes composições coloridas produzidas no presente estudo a partir das imagens do Landsat_5/TM e Landsat_8/OLI.

A figura 2A corresponde à composição colorida R(5)G(4)B(3) das bandas originais da imagem Landsat 5/TM, com resolução espacial de 30 m, o que possibilita razoável interpretação visual em escalas maiores. Nessa composição, observa-se que áreas destacadas em matizes de verde correspondem às unidades da cobertura da terra com presença de vegetação, uma vez que esse alvo exibe maior reflectância na banda do infravermelho (B4), associada a cor verde nessa composição. A vegetação de manguezal é identificada nessa imagem por sua cor verde escura, textura média e distribuição/localização ao longo dos canais fluviais e de maré. A cor mais escura dos manguezais em composições coloridas ocorre devido à presença de água nesse ambiente, uma vez que a água é fortemente absorvida na faixa infravermelho de ondas curta [8]. A figura 2B corresponde à composição colorida R(PC1)G(PC2)B(B3), originada pelas duas primeiras componentes principais e pela banda 3 da imagem Landsat 8/OLI, apresenta as áreas de manguezais bem diferenciadas dos demais alvos de vegetação, sendo identificados pela nítida cor marrom.

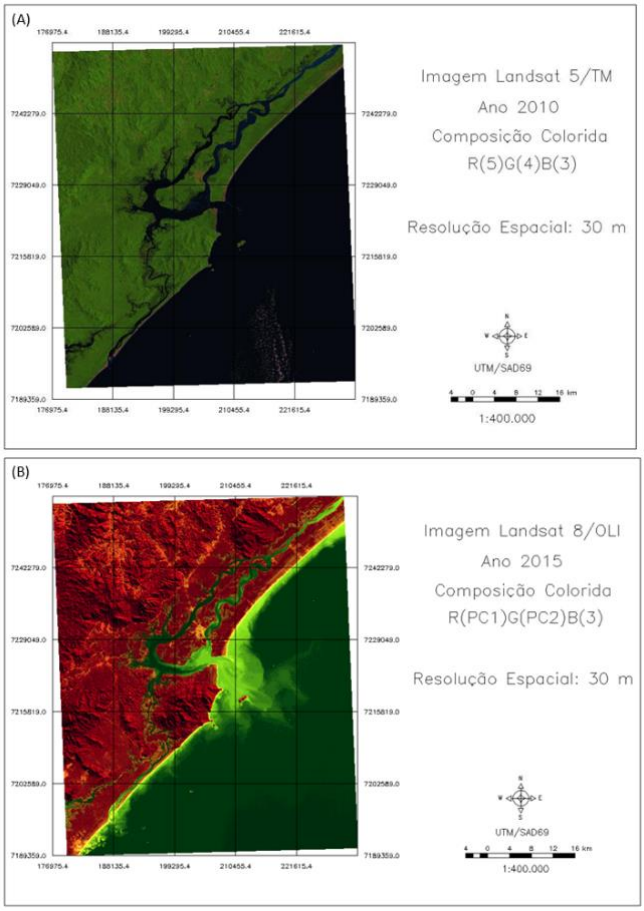

Figura 2. Composições coloridas geradas no presente estudo.

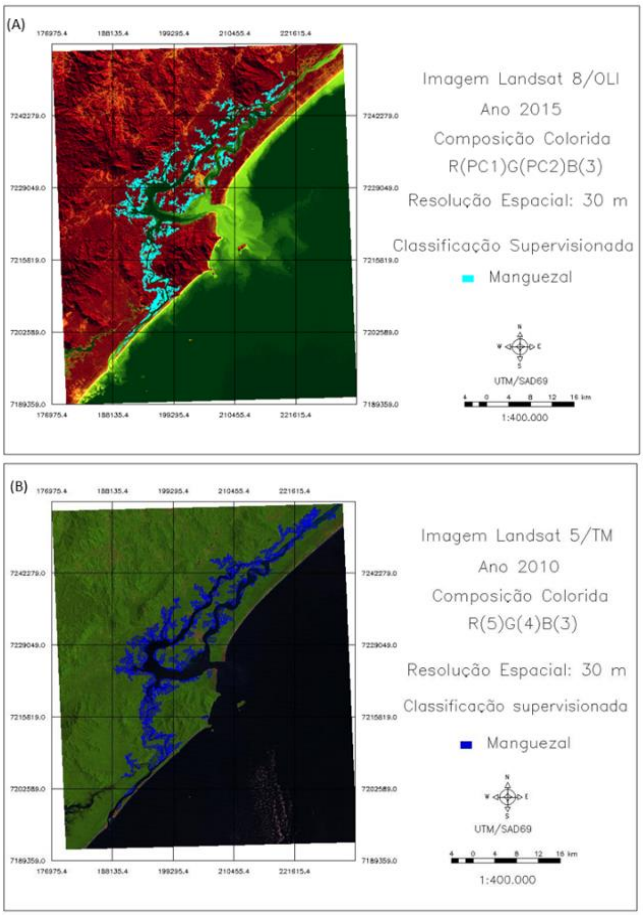

Figura 3. Classificação supervisionada das áreas de manguezais.

A figura 3A corresponde a classificação supervisionada MAXVER da classe manguezal com a composição colorida R(PC1)G(PC2)B(3) do Landsat_8/OLI e a Figura 3B R(5)G(4)B(3) do Landsat_5/TM como imagem de fundo. Com base nas amostras fornecidas, o classificador MAXVER apresentou bom desempenho em delimitar as áreas de manguezal. Em ambas as classificações houve áreas identificadas erroneamente, devido ser áreas de vegetação com presença de solo encharcado próximas a linha de costa, o que conduziu o classificador a descriminá-las como manguezal, e na classificação com as imagens do Landsat_5/TM, pequenos trechos de rio e canais erroneamente foram identificados como manguezal, agrupando áreas em um mesmo polígono. Assim destaca-se o potencial do classificador MAXVER como importante técnica de sensoriamento remoto para detecção de áreas de manguezal, como já apontado pela revisão feita por [9]. Por meio dos resultados gerados com a classificação MAXVER, foi quantificada a área total ocupada pelos manguezais no sistema estuarino-lagunar de Cananéia, no ano de 2010 que corresponde a 114,88km² e no ano de 2015 que corresponde a 98,22 km².

4. DISCUSSÃO

De acordo com as datas das imagens, sendo a imagem do TM5 de 04/02/2010 e a do OLI/8 de 10/06/2015, respectivamente verão e outono no Hemisfério Sul, sendo o verão uma estação mais úmida, com precipitação, umidade relativa do ar e temperaturas máximas maiores do que no outono. Na classificação com a composição colorida do Landsat_5/TM (Figura 3A), houve maior dificuldade do classificador MAXVER em delimitar as áreas de manguezais, por ter sido obtida no verão, consequentemente trechos de rios, rios intermitentes e canais de maré foram classificados erroneamente como manguezais. Na classificação com a composição colorida do Landsat_8/OLI, o classificador MAXVER, delimitou os manguezais com menos erros do que a classificação do TM/5, classificando erroneamente algumas áreas de solo encharcado próximas à costa.

Esses problemas foram resolvidos, por meio da edição matricial, na qual as áreas em questão foram eliminadas da classificação, polígonos divididos e recortes de rios e canais delimitados, as áreas finais mapeadas foram em 2010 de 114,88km e em 2015 de 98,22km², havendo uma diminuição

de 14,5% das áreas de manguezal mapeadas nos distintos anos.

Muitas confusões constatadas na classificação do TM/5 (8bits) ocorreram principalmente devido a diferença de resolução radiométrica, adquirindo menos informação que o OLI/8 (16bits), o qual contém mais informações e qualidade na imagem. Com a diferença dos sensores observou-se menor qualidade da imagem de 2010 em relação a de 2015. Assim a imagem de 2015 ofereceu maior contraste e, portanto, melhor performance na extração das feições espaciais. Dessa forma, o uso de de sensores com diferentes resoluções radiométricas uma limitação aos estudos de análises temporais.

5. CONCLUSÕES

As imagens da série de satélites Landsat, são ferramentas importantes e de grande potencial para o mapeamento de áreas de manguezais. Dentre as técnicas de sensoriamento aplicadas para tal objetivo, conclui-se que a utilização de principais componentes (PC1, PC2), de imagens com alta resolução radiométrica, permitiu melhor discriminação visual das áreas de manguezal, em relação às bandas originais do Landsat 8/OLI, quando feitas composições coloridas. Por outro lado, nas imagens do Landsat 5/TM as principais componentes não permitiram essa discriminação, sendo as bandas originais melhores para a discriminação.

O classificador MAXVER apresentou excelente desempenho na classificação das áreas de manguezal, utilizando as bandas 3, 4 e 5 do OLI8 e desempenho médio para a classificação utilizando as bandas 2,3,4 do TM5.

Os manguezais da região de Cananeia foram mapeados em 2010 e 2015, apresentando os seguntes resultados: 114,88km² e 98,22km², respectivamente.

As imagens e técnicas de sensoriamento empregadas no presente estudo, podem ser utilizadas para o monitoramento das áreas manguezais. As ferramentas geoespaciais utilizadas no presente estudo são gratuitas e de fácil aquisição, apresentando assim potencial tanto técnico como econômico para serem consideradas na geração de informações que poderão subsidiar a criação de medidas e estratégias para o uso sustentável e conservação dos manguezais.

6. REFERÊNCIAS

[1] Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón, G., Cunha-Lignon, M. & Coelho-Jr., C. A conceptual hierarchical framework for marine coastal management and conservation: a Janus-like approach. Journal of Coastal Research, Special Issue 42:1-7, 2005.

[2] FAO (Food and Agriculture Organization). The world's mangrove: 1980 – 2005. A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 77p, 2007.

[3] Duke, N.C., Meynecke, J.-0., Dittmann, A.M., Ellison, A.M., Anger, K., Berger, U., Cannicci, S., Diele, K., Ewel, K.C., Field, C.D., Koedam, N., Lee, S.Y., Marchand, C., Nordhaus, I. & Dahdouh-Guebas, F. A world without mangroves. Science, 317(5834): 41-42, 2007.

[4] Cunha-Lignon, M.; Menghini, R.P.; Santos, L.C.M.; Niemeyer-Dinóla, C.; Schaeffer-Novelli, Y. Estudos de Caso nos Manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço-Temporais. Revista de Gestão Costeira Integrada, v. 9, n. 1, p. 79-91, 2009.

[5] Novo, E. M.L.M. 2011. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 4ª edição.

[6] Soares, R.B: Soares, C.B.S.S; Costa, J.A.L; Costa, S.S; Soares, R.B. Aplicação de técnica de fusão em imagens Landsat 8/ OLI. In. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBRB), 17; 2015, Paraíba. Anais... João Pessoa: INPE, 2015. São José dos Campos: INPE, 2015.

[7] Silva, J.F. Dados climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo). Bolm. climatol. Inst. Oceanogr., São Paulo, n. 6, p. 1-21, 1989.

[8] Santos, L.C.M.; Bittencourt, M.D. Imagens CBERS para o estudo de manguezais do Brasil: aplicações, potencialidades e limitações. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16.; 2013, Paraná. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. São José dos Campos: INPE, 2013

[9] Green, E.P.; Clark, C.D.; Mumby, P.J.; Edwards, A.J.; Ellis, A. C. Remote Sensing techniques for mangrove mapping. International Journal of Remote Sensing, v. 19, n. 5, p. 935-956, 1998.