

EFETIVIDADE DO VÍDEO-MONITORAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE ÁREAS DE MANGUEZAL

Marília Cunha Lignon¹, Mariana de Oliveira Vasquez², Jock Mackenzie³

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus Experimental de Registro, Registro - SP, Brasil, cunha.lignon@registro.unesp.br, ² Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo – SP, Brasil, marivasquez7@gmail.com, ³ MangroveWatch Coordinator, Centre for Tropical Water & Aquatic Ecosystem Research, James Cook University, Townsville Q 4811, Australia, jock.mackenzie@jcu.edu.au

RESUMO

As florestas de mangue são uma das zonas úmidas mais produtivas do mundo, fornecendo diversos serviços ambientais. O *Shoreline Video Assessment Method* (S-VAM) foi desenvolvida na Austrália para o monitoramento de manguezais. Na região Sul do Estado de São Paulo, em Iguape, a construção do canal artificial Valo Grande vem provocando alterações nos manguezais. O presente estudo avaliou a efetividade da metodologia S-VAM para a identificação e quantificação de alterações nos manguezais na região de Iguape. Os resultados desse estudo indicaram que as vegetações típicas de mangue próximas e em áreas mais distantes ao Valo Grande possuem alto índice de indivíduos mortos, baixa densidade e são margeados por grandes comunidades de macrófitas aquáticas, e se encontram fragilizadas. O vídeo-monitoramento mostrou-se promissor por ser facilmente aplicável e com baixo custo, gerando dados complementares para um monitoramento eficiente.

Palavras-chave - *Shoreline Video Assessment Method*, estado de conservação, zona úmida, geotecnologias.

ABSTRACT

Mangrove forests are one of the most productive wetlands in the world, providing various environmental services. The Shoreline Video Assessment Method (S-VAM) was developed in Australia for mangrove monitoring. In the southern region of the São Paulo State, in Iguape, the construction of the Valo Grande canal has caused changes in mangroves. The current study evaluated the effectiveness of the S-VAM methodology for the identification and quantification of changes in mangroves in the Iguape region. The results of this study indicate that typical mangrove vegetation near and in areas farther to Valo Grande have a high index of dead individuals, low density and are bordered by large communities of aquatic macrophytes and are fragile. Video-monitoring has proven to be promising because it is easily applicable and

inexpensive, generating complementary data for efficient monitoring.

Key words - *Shoreline Video Assessment Method, conservation status, wetland, geotechnologies*

1. INTRODUÇÃO

As florestas de mangue são reconhecidas como umas das florestas tropicais mais produtivas e importantes pelos serviços ambientais prestados [1]. Apesar disso, este ecossistema se encontra ameaçado devido a diversas ações antrópicas [2].

O sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas essenciais para os monitoramentos de manguezais, permitindo análises espaço-temporais úteis para avaliar o estado de conservação de manguezais e impactos antrópicos [3]. Porém, essas técnicas tradicionais apresentam limitações tais como as florestas de mangue serem confundidas com diferentes vegetações [4, 5].

Tendo em vista essas limitações, uma abordagem integrada de ferramentas combinando esses elementos com o monitoramento em campo, auxilia no gerenciamento de manguezais [6].

Para uma análise multidisciplinar de monitoramento, Mackenzie et al. [7] propõem o método de vídeo-monitoramento denominado *Shoreline Video Assessment Method* (S-VAM). Essa técnica, aplicada pelo programa *MangroveWatch*, consiste no monitoramento com base na filmagem georreferenciada da região de manguezais, fornecendo informações acuradas sobre a estrutura, extensão e grau de degradação dos manguezais [7].

O *MangroveWatch* visa capacitar as populações humanas que ocupam áreas adjacentes aos manguezais para fazer o monitoramento de forma independente, onde o conhecimento tradicional é valorizado e incorporado ao monitoramento integrado [8, 9].

No Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape, encontram-se os manguezais mais bem conservados do estado de São Paulo [10]. Apesar de ser uma zona rica e relevante, a região estuarina de Iguape vem sendo afetada pela construção do canal artificial Valo Grande. Este canal que conecta o Rio Ribeira de Iguape ao estuário fora

construído no século XIX para o escoamento de produtos agrícolas [11].

As modificações causadas pelo Valo Grande impactam os manguezais da região [12] e consequentemente toda a população local. Além disso, o ecossistema fragilizado pode apresentar menor resiliência frente a distúrbios como as mudanças climáticas [13]. Portanto, um monitoramento eficiente da condição desses manguezais é essencial para a produção de dados utilizados em políticas públicas.

O presente estudo avaliou a efetividade da aplicação metodologia de vídeo-monitoramento S-VAM para a identificação e quantificação de alterações nos manguezais na região de Iguape.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo *Shoreline Video Assessment Method* (S-VAM) consiste em: obtenção de vídeo georreferenciado das margens do mangue, processamento de imagens, geolocalização, classificação supervisionada, verdade terrestre, controle de qualidade das imagens, representação espacial e visualização dos dados [7].

No presente estudo foram obtidas imagens vídeo-georreferenciadas em ambas linhas de costa da região estuarina que se encontra entre o município de Iguape e Ilha Comprida. Para tanto foi utilizado o Kit *MangroveWatch*: câmera de mão para a filmagem (Sony Handycam HD 9.2 Megapixels), monopé, câmera fotográfica Panasonic (Lumix), GPS Garmin Map 64, um gravador (Olympus) e claquete.

As filmagens foram realizadas em condições climáticas favoráveis, nos dias 31 de julho e 01 de agosto de 2017 de manhã e à tarde. E foram feitas de acordo com o treinamento do programa *MangroveWatch*, segundo Mackenzie et al. [7]. O barco percorreu uma velocidade média de 14 km/h, apresentando variações de acordo com a acessibilidade dos trechos. No total foram obtidas as filmagens de 43,92 km da margem norte e 31,85 km da margem sul.

Para obter imagens georreferenciadas, os relógios internos dos equipamentos foram sincronizados até o último segundo. Foram obtidas também fotografias com as características do local, fornecendo informações complementares.

As coordenadas geográficas obtidas durante o monitoramento foram combinadas no Google EarthTM, para obter todo o trajeto realizado. Foram gerados dois arquivos *KML* que foram convertidos em *shapefile* no software ArcGIS versão 10.5.1. Com auxílio do software *Basecamp*, foram extraídas todas as informações inerentes aos pontos de GPS. Os vídeos obtidos foram divididos em fotos de 1 segundo pelo software *Hootech* e através da ferramenta *Exiftool by Phil Harvey* foram obtidas as informações inerentes aos vídeos.

Esses dados foram processados pelo *software FME*, onde todas fotografias provenientes dos vídeos foram selecionadas, com 10 metros de distância entre cada foto. Essas fotos foram classificadas, com base nos critérios: presença e ausência de espécie dos manguezais; estrutura dos manguezais (denso, disperso e franja); presença ou ausência de árvores caídas. Além disso, as imagens foram classificadas com base na porcentagem da copa das árvores,

quantidade de árvores mortas, presença ou ausência da macrófita braquiária *Urochloa arrecta* e outras macrófitas aquáticas. A classificação foi feita apenas na parte central de cada fotografia.

Para testar o potencial da metodologia de S-VAM, foram escolhidas áreas que representam diferentes fisionomias ao longo das margens do Mar Pequeno. Portanto, foram escolhidos 10 setores, 5 ao lado Oeste do Valo Grande e 5 ao lado Leste. Como a distância entre as fotografias selecionadas pelo software *FME* é de 10 metros, foram escolhidas 50 fotografias por margem dentro de cada setor. Foram escolhidos setores com valores aproximados para haver uma melhor combinação entre as margens.

Para a elaboração dos mapas, foram pesquisadas as imagens do satélite *Sentinel-2*, onde foi selecionada a imagem capturada no dia 03 de agosto de 2017 que apresentou melhor visibilidade. Posteriormente, foi gerada a composição colorida R(4)G(3)B(2). Além disso, foi utilizado o mapa geomorfológico do município de Iguape em formato *shapefile* e o mapa da malha municipal de São Paulo de 2016, ambos disponibilizados pelo IBGE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os setores próximos ao Valo Grande apresentam grande proporção de ausência de árvores e quando presentes se encontram numa distribuição dispersa ou em franja (Figura 1), onde há poucos indivíduos. Para os outros setores, a densidade da cobertura do dossel (Figura 2) difere, pois a cobertura densa foi mais encontrada ao lado Leste enquanto que a cobertura dispersa ou em franja foram mais encontradas no lado Oeste.

Os setores a Leste que não apresentam vegetação de mangue são devidos aos processos erosivos que ocorrem na área.

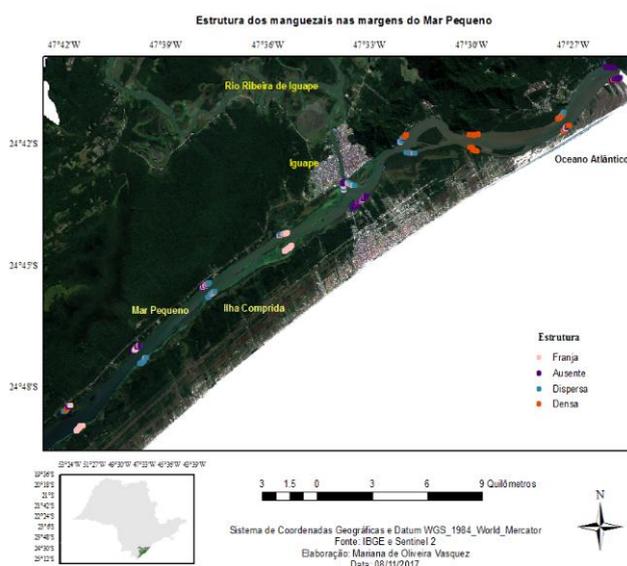


Figura 1. Mapa da estrutura das vegetações típicas de mangue nas margens do Mar Pequeno, região de Iguape, litoral sul de São Paulo.

Notou-se diferenças na distribuição de macrófitas e *Urochloa arrecta* entre os lados Leste. Baseando-se na classificação visual, no lado Oeste observa-se que há maior presença de *U. arrecta*. No lado Oeste é possível observar menor distribuição de macrófitas e *Urochloa arrecta*, à medida que se aproxima a Barra de Icapara, onde ocorre o encontro das águas do provenientes do Valo Grande, do Rio Ribeira de Iguape e do Oceano Atlântico.

A maior quantidade de árvores mortas se encontra nos setores mais próximo ao Valo Grande, área em que há maior aporte de água doce e grande quantidade de macrófitas e *U. arrecta*. O setor Oeste mais próximo ao canal apresenta alta mortandade de árvores de mangue, ao passo que também apresenta baixa densidade estrutural e se encontra com margeado por *U. arrecta*. Os outros setores do lado Oeste apresentam maior mortandade quando comparados com os setores do lado Leste, onde há menor distribuição de macrófitas aquáticas e *U. arrecta*.

Os setores centrais da margem norte localizados próximos ao canal Valo Grande apresentam manguezais com baixa densidade de cobertura do dossel das espécies de mangue (Figura 2). Estes setores apresentam uma distribuição dispersa ou em franja, e são margeados por macrófitas aquáticas. Alguns setores do lado Leste apresentam maior densidade de cobertura quando relacionados ao lado Oeste e não se encontram em sua maioria rodeados por macrófitas.

O presente estudo sugere que áreas mais próximas ao canal Valo Grande apresentam baixa ocorrência de vegetação típica de mangue, o que pode ser atribuído aos impactos decorrentes do canal artificial Valo Grande e minoritariamente devido ao desmatamento consequente das ocupações humanas.

Da vegetação de mangue presente no local, a maioria se apresenta com baixa densidade estrutural, baixa cobertura do dossel com alta mortandade de indivíduos, e são completamente margeada pelas macrófitas aquáticas. Os valores de salinidade intersticial nessa região mensurados de 2010 a 2014 variam de 0 a 4, indicando baixa salinidade na região, sendo um ambiente favorável para o estabelecimento e fixação de macrófitas aquáticas [10].

A vegetação de mangue dessa região se encontra altamente impactada, possivelmente devido a ampla distribuição de macrófitas aquáticas que dificultam o estabelecimento dessa vegetação. Cunha- Lignon et al. [12] ressaltam que em 2010 essa mesma região já possuía grande distribuição de macrófitas aquáticas em função da baixa salinidade e grande quantidade de matéria orgânica, bem como a ausência de *Spartina alterniflora*, espécie que auxilia na fixação das espécies de mangue.

O lado Oeste apresenta mais setores com vegetação de mangue dispersa e pouco densa, com maior proporção de árvores mortas, e grande proporção de macrófitas aquáticas. Enquanto que o lado Leste, nas áreas próximas a Barra de Icapara, apresentam maior porção de vegetação de mangue com maior densidade estrutural e maior distribuição, e menor ou nenhuma concentração de macrófitas aquáticas. Essas áreas próximas à Barra de Icapara, recebem maior influência de água salgada, que é desfavorável para a

proliferação dessas macrófitas, possivelmente devido aos valores maiores de salinidade intersticial [10].

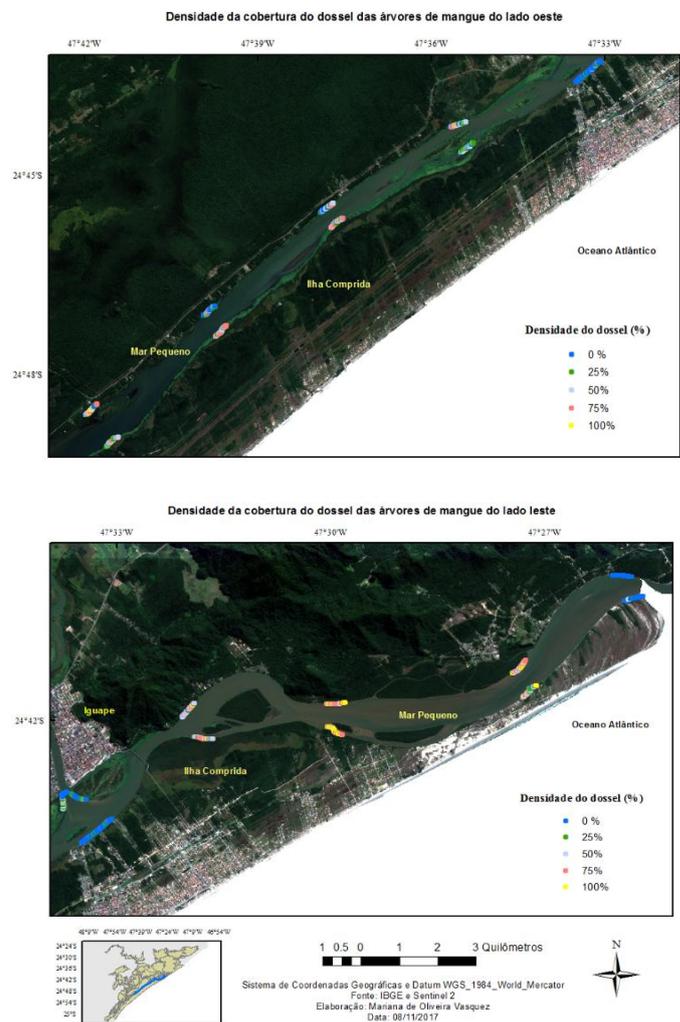


Figura 2. Mapa da densidade de cobertura do dossel das vegetações típicas de mangue nas margens do Mar Pequeno nos lados Oeste (A) e Leste (B).

A metodologia S-VAM é uma ferramenta complementar para o estudo das áreas com vegetação de mangue impactadas, apresentando grande potencial para aplicação nos manguezais brasileiros. Essa metodologia demanda pouco tempo para a obtenção de dados, apresenta alto custo-benefício, por cobrir uma extensa área em poucas horas, com uso de poucos equipamentos e possibilidade de execução com mão de obra não especializada. Além disso, proporciona a obtenção de informações complementares ao estudo de estrutura vegetal já realizado, possibilitando uma análise integrada, com diferentes parâmetros do estado de conservação desse ecossistema. A capacitação para a metodologia S-VAM apresenta baixo custo e fácil treinamento, podendo ser facilmente aplicada para a população local. E ainda, os vídeos obtidos podem ser utilizados para outros estudos da região, facilitando o monitoramento a longo prazo.

Por outro lado, a metodologia S-VAM pode apresentar algumas limitações, pois a classificação pode sofrer influência do conhecimento que o analisador apresenta, sendo fundamental o conhecimento prévio da área. Podem ser necessárias muitas horas para a classificação das imagens obtidas, além disso é necessário dispor de alguns softwares que requerem certo nível de conhecimento. Porém, comparando-se a ferramentas complementares mais sofisticadas e de alto custo, o S-VAM proposto por Mackenzie et al. (2016), mostrou-se ferramenta promissora no monitoramento dos manguezais brasileiros.

5. CONCLUSÕES

Os manguezais do trecho de Iguape se encontram fortemente ameaçados pelos efeitos do canal Valo Grande, que proporciona o estabelecimento exacerbado de macrófitas aquáticas. Consequentemente, grande parte da vegetação típica de mangue se encontra em estado vulnerável em áreas próximas ao canal, e essa fragilidade se estende para outras áreas ao longo do Mar Pequeno.

As técnicas de monitoramento atualmente aplicadas como o estudo de estrutura da vegetação aliadas as técnicas de sensoriamento remoto e ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) são mostradas eficientes, porém se faz necessário o uso de ferramentas complementares para a total compreensão dos processos ocorrentes no local impactado. A metodologia S-VAM do programa *MangroveWatch*, proporciona uma avaliação de parâmetros complementares aos parâmetros já utilizados, permitindo um estudo mais completo quando utilizado de forma integrada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento da *Australian National Commission for UNESCO*, que viabilizou a capacitação do *MangroveWatch* e S-VAM na região de Iguape em julho e agosto de 2017.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Alongi, D.M. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental conservation*, v. 29, p. 331-349, 2002.
- [2] Thomas, N.; Lucas, R.; Bunting, P.; Hardy, A.; Rosenqvist, A. e Simard, M. Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS One*, 12 (6), 2017.
- [3] Cunha-Lignon, M.; Menghini, R.P.; Santos, L.C.M.; Niemeyer-Dinóla, C. e Schaeffer-Novelli, Y. Estudos de Caso nos Manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço- Temporais. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 9, n. 1, p. 79-91, 2009.
- [4] Heumann, B.W. Satellite remote sensing of mangrove forests: Recent advances and future opportunities. *Progress in Physical Geography*, v. 35, n.1, p. 87-108, 2011.
- [5] Giri, C.; Ochieng, E.; Tieszen, L.L.; Zhu, Z.; Singh, A.; Loveland, T. e Duke, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, v. 20, n.1, p. 154-159, 2011.
- [6] Dahdouh-Guebas, F. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. *Environment, Development and Sustainability*, v. 4, n. 2, p. 93-112, 2002.
- [7] Mackenzie, J.R.; Duke, N.C. e Wood, A.L. The Shoreline Video Assessment Method (S-VAM): Using dynamic hyperlapse image acquisition to evaluate shoreline mangrove forest structure, values, degradation and threats. *Marine Pollution Bulletin*, v. 109, n. 2, p. 751-763, 2016.
- [8] Duke, N., Mackenzie, J. e Mackenzie, L. Mangrove Watch: a new monitoring program that partners mangrove scientists and community volunteers. *Seagrass-Watch News*, (39), 11-11, 2009.
- [9] Mackenzie, J., Duke, N., Baba, K., Wood, A., Rogers, B., Haller, A. e Hub, M. MangroveWatch Burnett Mary region is one year old! Outcomes and lessons learned. *Wetlands Australia*. 19, 26-27, 2011.
- [10] Cunha-Lignon, M.; Almeida, R.; Lima, N.G.B.; Galvani, E.; Menghini, R.P.; Coelho-Jr., C. e Schaeffer-Novelli, Y. Monitoramento de manguezais: abordagem integrada frente as alterações ambientais. In: VIII CBUC, 8. Anais...- Trabalhos Técnicos.p.1-17, 2015.
- [11] Secretaria de saneamento e recursos hídricos do Estado De São Paulo – SSRH/SP. DAEE. Projeto Sistematização de base de dados ambientais do Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia visando subsidiar a regra operativa da Barragem do Valo Grande (Iguape). Relatório Final. São Paulo: SSRH/DAEE, 2011.
- [12] Cunha-Lignon, M., Kampel, M., Menghini, R. P.; Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón, G. e Dahdouh-Guebas, F. Mangrove forests submitted to depositional processes and salinity variation investigated using satellite images and vegetation structure surveys. *Journal of coastal research*, n. 64, p. 344, 2011.
- [13] Ward, R.D., Friess, D.A., Day, R.H. e Mackenzie, R.A. Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, v. 2, n. 4, p. 1-25, 2016.
- [14] São Paulo. *Zona Costeira Paulista: relatório de qualidade ambiental*. São Paulo, SMA, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, p. 130, 2012.