



CONSEQUÊNCIAS DE PROCESSOS EROSIVOS COSTEIROS EM ÁREAS DE MANGUEZAL: O CASO DA DINÂMICA DAS BARRAS NO MAR DE ARARAPIRA (SÃO PAULO - PARANÁ)

AMANDA ESCARABICHI BUENO MARIANO; MARIA CAROLINA DE SOUZA DESTITO; LETICIA NOVELETO CHIQUETTO; ISADORA BARBOSA DE CARVALHO; MARÍLIA CUNHA LIGNON

RESUMO

A abertura de uma nova barra no Mar do Ararapira (São Paulo - Paraná) ocorreu em 2018, devido ao rompimento de um esporão que separa o estuário do oceano, durante um evento de alta energia de ondas e erosão pela maré. O presente estudo tem por objetivo avaliar as consequências de processos erosivos costeiros em manguezais, com foco na dinâmica de abertura e fechamento de barras do Mar de Ararapira (São Paulo e Paraná). Foram estudadas duas áreas de manguezal sendo uma delas exposta à ação das ondas em função da abertura da Nova Barra (BNP1) e a outra em local abrigado e com influência estuarina (BNP2). Foram obtidas medidas de estrutura vegetal e de salinidade intersticial. Posteriormente, foram calculados valores de DAP médio, área basal, altura média, densidade das florestas de mangue e dominância de área basal por espécie, e por troncos vivos e mortos. Os manguezais estudados são dominados por *Avicennia schaueriana* (mangue preto). A floresta de mangue exposta (BNP1) possui 97,5% de área basal composta por troncos mortos, com a paisagem dominada por árvores mortas e caídas, sedimento do tipo arenoso e desenvolvimento estrutural intermediário. A floresta de mangue abrigada (BNP2) possui 99,3% de dominância em área basal por troncos vivos e desenvolvimento estrutural maduro. A abertura da Nova Barra levou ao fechamento da Barra de Ararapira (Barra Velha), onde o registro da salinidade foi de 34 ppm e observa-se a formação de novas áreas de manguezal. A ação do processo erosivo levou a alta mortalidade da área de mangue exposta estudada. Além disso, com o fechamento da Barra de Ararapira, ocorreu formação de novas áreas de mangue, confirmando a capacidade dos manguezais como importantes indicadores de alterações sedimentares, atuando como sentinelas das zonas costeiras.

Palavras-chave: eventos extremos; processos sedimentares; florestas de mangue.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos dos eventos extremos observados atualmente têm mostrado a vulnerabilidade da sociedade e também dos sistemas naturais, particularmente frente aos extremos climáticos e seus efeitos nos ecossistemas costeiros (NOBRE & MARENGO, 2017). Por exemplo, os processos de erosão na zona costeira estão comumente relacionados a eventos extremos que originam da elevação do nível do mar. Situação que ocorre por influência de marés astronômicas e meteorológicas associadas às ondas de tempestade provenientes de intensas formações ciclônicas próximas à costa (LEAL *et al.*, 2018).

No Mar do Ararapira, região estuarina localizada na fronteira entre os estados de São Paulo e Paraná, ocorreu a abertura de uma nova barra em agosto de 2018, devido ao rompimento

de um esporão que separa o estuário do oceano, pertencente à Ilha do Cardoso - Cananéia, SP (ANGULO *et al.*, 2009; ANGULO *et al.*, 2019). O estreitamento do esporão ocorreu devido ao efeito erosivo das correntes de maré dentro do estuário (ANGULO *et al.*, 2009). A previsão era de que a abertura ocorresse entre 2012 e 2033 dependendo dos cenários climáticos e sedimentares no decorrer dos anos, já que a margem oceânica do esporão também passava por períodos de erosão e acreção associados a eventos de alta energia de ondas (ANGULO *et al.*, 2009). O rompimento ocorreu em 28 de agosto de 2018 durante um evento de alta energia de ondas e erosão pela maré (TOMAZELA, 2018). A nova dinâmica sedimentar causou, gradualmente, o fechamento da Barra de Ararapira (ANGULO *et al.*, 2019).

O Mar do Ararapira faz parte da região do Mosaico de diversas Áreas Protegidas do Lagamar (BRASIL, 2006), que abrange o Complexo Estuarino-Lagunar Cananéia-Iguape, contendo as áreas mais extensas e conservadas de manguezal do Estado de São Paulo (CUNHA-LIGNON *et al.*, 2009). A região abriga rica diversidade biológica e sociocultural, com populações tradicionais de origens quilombolas, indígenas e caiçaras e é integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e do Sítio do Patrimônio Mundial Cultural, ambos reconhecidos pela UNESCO e recebeu o título de Sítio Ramsar em 2017 (RSIS, 2017). Tendo em vista a representatividade e importância dessa área a nível local, regional e mundial, o presente estudo tem por objetivo avaliar as consequências de processos erosivos costeiros em manguezais, com foco na dinâmica de abertura e fechamento das barras no Mar de Ararapira (São Paulo e Paraná).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudadas duas áreas de manguezal sendo uma delas exposta à ação das ondas em função da abertura da Nova Barra (BNP1) e a outra em local abrigado e com influência estuarina (BNP2) (Figura 1).

Foram obtidos atributos de estrutura da vegetação de mangue em parcelas de tamanhos variáveis adotando-se metodologia de Cintrón e Schaeffer-Novelli (1984) e Schaeffer-Novelli *et al.* (2015). Medidas do diâmetro à altura do peito (DAP) foram obtidas em plantas acima de 1 m de altura, utilizando-se trena graduada (Forestry Suppliers 283D), permitindo efetuar leituras diretas do diâmetro do tronco. As medidas de altura total das árvores foram obtidas com telêmetro digital (RangeFinder 600m) ou régua graduada (Bosch GR 500), de acordo com a altura das árvores, em função do limite inferior de detecção do telêmetro. Identificação das espécies e determinação do número de troncos vivos e mortos foram realizados. Posteriormente, foram calculados valores de DAP médio, área basal, altura média, densidade dos bosques de mangue e dominância de área basal por espécie, e por troncos vivos e mortos. Em 21 de setembro de 2022, uma parcela foi delimitada em cada área de estudo.

Também foi obtida a salinidade intersticial (do sedimento) em BNP2 e na proximidade da Barra de Ararapira (indicada na Figura 1 como BV - Barra Velha), coletada a 10 cm de profundidade, de acordo com Schaeffer-Novelli *et al.* (2015). No ponto BNP1 não houve a coleta de dados de salinidade pois o sedimento 100% arenoso não permitiu condições de coleta. Os dados de cada área foram comparados entre si qualitativamente por meio de gráficos e imagens obtidas em campo.

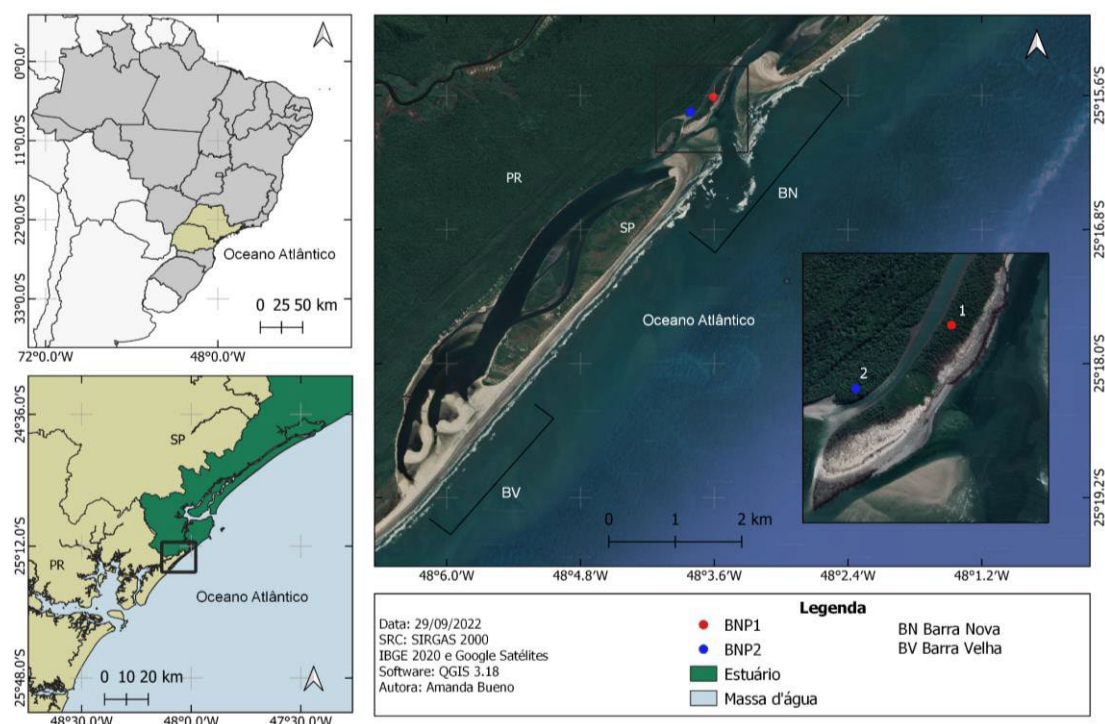


Figura 1. Mapa de localização dos pontos de estudo. Parcela BNP1, local exposto à ação das ondas e parcela BNP2, local com influência estuarina. BN representa o local de abertura da Barra Nova e BV o local de fechamento da Barra Velha (Barra de Ararapira). Elaboração: Amanda Bueno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas florestas de mangue estudadas (BNP1 e BNP2) possuem dominância de mangue preto (*Avicennia schaueriana*), com desenvolvimento estrutural intermediário (DAP médio = 6,5 cm) na floresta exposta e madura (DAP médio = 13,6 cm) na floresta abrigada. A floresta de mangue exposta (BNP1) possui 97,5% de área basal composta por troncos mortos (Figura 2), com a paisagem dominada por árvores mortas e caídas e sedimento do tipo arenoso (Tabela 1).

Por outro lado, a floresta de mangue abrigada das ações das ondas (BNP2) possui 99,3% de dominância em área basal por troncos vivos (Figura 2), altura média das árvores maduras com 13,8 m, além de possuir diversas árvores com desenvolvimento estrutural intermediário, abaixo de 5 m de altura (plantas jovens). A presença de plantas jovens em uma floresta de mangue madura é indicação da boa saúde dos manguezais, pois funcionam como ‘reservatório’ para a floresta (CUNHA-LIGNON et al., 2015).

Em relação à salinidade intersticial, na floresta de mangue abrigada (BNP2) registrou-se valor de 31 ppm e na área da Barra de Ararapira (Barra Velha) a salinidade foi 34 ppm (Tabela 2). Nos manguezais da Reserva Extrativista (RESEX) Ilha do Tumba, localizado próximo à Nova Barra, a salinidade intersticial foi 37 ppm, indicando a influência da maior entrada da maré nesse trecho do canal (CUNHA-LIGNON & AVELAR, 2020). Em outras áreas de manguezal do litoral sul de São Paulo, os valores de salinidade intersticial em estudos pretéritos foram menores (CUNHA-LIGNON et al. (2015) (Tabela 2).

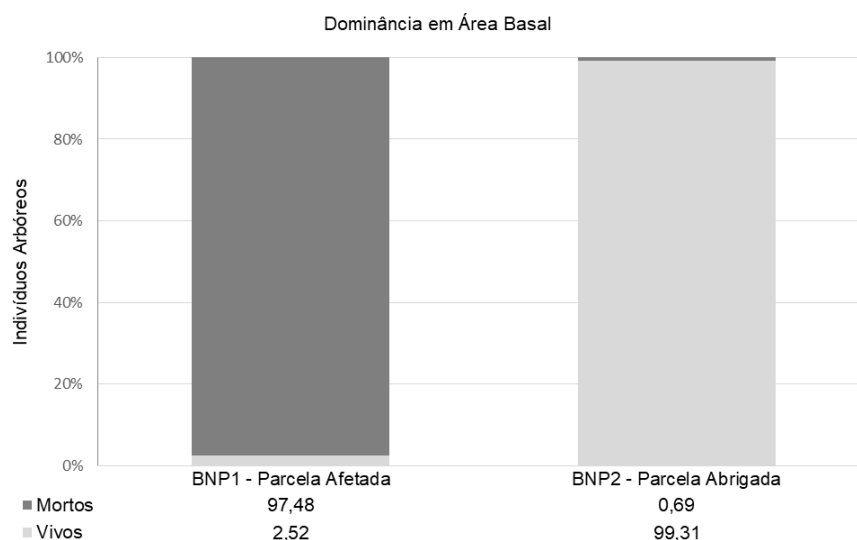


Figura 2. Dominância em área basal por troncos vivos e mortos nas duas parcelas de mangue estudadas.

Tabela 1. Características das duas áreas estudadas em manguezais na Barra Nova. Parcela BNP1, local exposto à ação das ondas e parcela BNP2, com influência estuarina, abrigada das ondas. Fotos: Amanda Bueno, em 21/09/2022.

Parcela	Floresta de Mangue	Dossel	Sedimento
BNP1 160 m ²			
BNP2 100 m ²			

Com o fechamento da Barra de Ararapira (Barra Velha) criou-se um ambiente favorável ao desenvolvimento de nova floresta de mangue, com baixa energia das correntes de maré. Nessa área, observou-se a ocorrência das três espécies típicas de mangue (*A. schaueriana*, mangue preto, *Laguncularia racemosa*, mangue branco e *Rhizophora mangle*, mangue vermelho), com plantas de *A. schaueriana* mais desenvolvidas (em torno de 1,2 m) e em maior abundância, além da presença da gramínea *Spartina alterniflora* (Figura 3).

Tabela 2. Valores de salinidade intersticial nas florestas de mangue da região do extremo litoral sul de São Paulo e comparação com estudos pretéritos realizados na região.

Local	Salinidade intersticial (ppm)	Referência
BNP2 - Bosque Abrigado	31	Presente trabalho
Barra de Ararapira (Barra Velha)	34	
Oceano	36	
Resex Ilha do Tumba - Cananéia (SP)	37	Cunha-Lignon; Avelar (2020)
Sítio Grande - Cananéia (SP)	28	Cunha-Lignon et al. (2015)
Baguaçu - Cananéia (SP)	23	Cunha-Lignon et al. (2015)
Nóbrega - Ilha Comprida (SP)	23	Cunha-Lignon et al. (2015)

Figura 3. Início de área de manguezal se desenvolvendo nas proximidades da Barra de Ararapira (fechada).



Foto. Marília Cunha Lignon, em 21/09/2022.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou o impacto do processo erosivo sobre os manguezais provocando alta mortalidade e mudanças na paisagem quando comparados com uma área não exposta à ação das ondas, na região sul de São Paulo e norte de Paraná. Além disso, a formação de novas áreas de mangue na região formada com o fechamento da Barra de Ararapira, confirma a capacidade dos manguezais como importantes indicadores de alterações sedimentares, atuando como sentinelas das zonas costeiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Florestal pelo apoio logístico no trabalho de campo e ao ICMBio pela autorização da presente pesquisa em Unidade de Conservação. Agradecemos também aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros da UNESP CLP, MsC. André Pedro Noffs, B.Sc. Guilherme Ramos Panizza e MsC. Pinto Leonidio Hanamulamba pelo auxílio na coleta de dados em campo.

REFERÊNCIAS

- ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; MULLER, M. E. Previsão e consequência da abertura de uma nova barra do Mar do Ararapira, Paraná-São Paulo, Brasil. **Quat Environ Geosci**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 67–75. 2009.
- ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; SIELSKI, L. H.; NOGUEIRA, R. A. Morphology, bedforms and bottom sediments of Mar do Ararapira, southern Brazil. **Quat Environ Geosci**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1–9, 2019.
- BRASIL. **Portaria nº 150, de 8 de maio de 2006**. Cria o Mosaico de Unidades de Conservação abrangendo as seguintes unidades de conservação e suas zonas de amortecimento localizadas no litoral sul do Estado de São Paulo e no litoral do Estado do Paraná. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Diário Oficial da União. Brasília, DF, p.73, 17 de maio de 2006.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Methods for studying mangrove structure**. In: SNEDAKER, S.C.; SNEDAKER, J.G. (eds.) *The mangrove ecosystem: research methods*. UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, v. 8, p. 91-113, 1984.
- CUNHA-LIGNON, M.; ALMEIDA, R.; LIMA, N. G. B.; GALVANI, E.; MENGHINI, R. P.; COELHO-JR., C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Monitoramento de Manguezais: abordagem integrada frente às alterações ambientais. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, VIII., 2015, Curitiba. **Anais VIII**, 2015.
- CUNHA-LIGNON, M.; AVELLAR, F. B. **Ostras nativas e exóticas em áreas protegidas do litoral sul de São Paulo e implicações ambientais e socioeconômicas**. In: VALENÇA, A.R.; SANTOS, P.R.; GUZELLA, L. (orgs.) *Multidisciplinaridade na aquicultura: Legislação, sustentabilidade e tecnologias*, 1. ed. p. 27-45, 2020.
- 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.
- LEAL, K. B.; DALINGHAUS, C.; BONETTI, J.; DA SILVA, A. P. Caracterização do clima de ondas e avaliação da exposição a eventos extremos das praias da Armação e Ingleses, Ilha de Santa Catarina. In: VIII Encontro da Rede BRASPOR, 2018, Rio Grande. VIII Encontro da Rede BRASPOR **Anais**, 2018. p. 222-223
- NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. 1. ed. Bauru: Canal6, 2017. 612 p.

RSIS. Environmental Protection Area of Cananéia-Iguape-Peruíbe. **Ramsar Sites Information Service**, 11 set. 2017. Disponível em: <https://rsis Ramsar.org/ris/2310>. Acesso em: 08 jan. 2023.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C. C.; CINTRON, G. **Monitoramento do Ecossistema Manguezal: estrutura e características funcionais**. In: TURRA, A.; DEDANAI, M.R. (orgs.) Protocolos de campo para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros. Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo – SP: IOUSP, cap. 4., p. 65–83, 2015.

TOMAZELA, J. M. Erosão pela maré abre canal e divide Ilha do Cardoso em Cananéia. **ESTADÃO**, São Paulo, 29 ago. 2018. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/brasil/erosao-pela-mare-abre-canal-e-divide-ilha-do-cardoso-em-cananeia/>. Acesso em: 07 jan. 2023.