CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DE CLAREIRAS EM FLORESTAS DE MANGUE NO MOSAICO DO LAGAMAR, ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ

LETÍCIA STELA BISPO DA SILVA; NÁDIA GILMA BESERRA DE LIMA; LUIS AMERICO CONTI; MARÍLIA CUNHA-LIGNON

RESUMO

As florestas de mangue são afetadas por uma variedade de eventos naturais, que diferem em escala, intensidade e frequência. Os manguezais são ecossistemas altamente dinâmicos e são submetidos a fenômenos de tempestades tropicais, geadas e raios. Esses fatores podem causar perturbações na estrutura florestal, danificando as árvores e promovendo a ocorrência de clareiras. As mudanças climáticas têm um impacto efetivo sobre a formação de clareiras nos manguezais. Por meio de processos, tais como os eventos climáticos extremos com maior frequência e intensidade, contribuem para o aumento de tempestades tropicais e queda de raios. No litoral sul de São Paulo, o grupo de pesquisa 'Monitoramento Integrado de Manguezais', vem monitorando a estrutura das florestas de mangue, com uso de parcelas permanentes, microclima, como também por meio de análise de imagens de satélites. No litoral do Paraná, os manguezais têm sido estudados pelo uso de parcelas permanentes. O presente estudo visa identificar, caracterizar e mapear as áreas de clareiras nos manguezais do Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar, com intuito de analisar sua dinâmica, identificar suas causas e impactos no ecossistema manguezal. Para mapeamento e caracterização das clareiras, foram analisadas imagens de satélite, atuais e históricas, disponíveis no Google Earth PRO, trabalhadas no software QGIS (3.28.4). A experiência em campo contribuiu para a seleção e compilação das informações sobre as clareiras. Entre as 12 clareiras formadas na área de estudo, de 2009 a 2022, os eventos climáticos foram os agentes mais frequentes, sendo os causadores de pelo menos oito clareiras. Raios agem sobre os manguezais criando clareiras em forma circular. O melhor entendimento sobre as clareiras registradas *in situ* e/ou com auxílio de imagens de satélite, poderá auxiliar na identificação do agente causador dessas formações e dos processos naturais e antrópicos que agem sobre os manguezais.

Palavras-chave: manguezal; evento climático; impacto antrópico; dinâmica costeira

1. INTRODUÇÃO

As florestas de mangue são afetadas por uma variedade de eventos naturais, que diferem em escala, intensidade e frequência. De acordo com Duke (2001), os manguezais são ecossistemas altamente dinâmicos que mudam periodicamente devido a fenômenos naturais, como tempestades tropicais, geadas e raios. Esses fatores podem causar perturbações na estrutura florestal, danificando as árvores e promovendo a ocorrência de clareiras. Para Vogt et al. (2014), esses distúrbios desempenham um papel crucial em vários ecossistemas florestais e representam forças formadoras na sucessão ecológica e nos processos espaço-temporais.

Os manguezais, distribuídos ao longo das costas tropicais e subtropicais, experimentam diferentes perturbações naturais, desde quedas de árvores isoladas, descargas atmosféricas em escala local até perturbações de média e grande proporção, como furacões (AMIR & DUKE,

DOI: 10.51189/iii-conbiv/17451

2019; VOGT et al., 2014; WARD et al., 2006). As mudanças climáticas interferem substancialmente nos manguezais por meio do aumento em frequência e intensidade de eventos climáticos extremos (ELLISON, 2015; OSLAND et al., 2015; WARD et al., 2016), potencializando tempestades tropicais, queda de raios, e consequentemente a abertura de clareiras. Alterações na intensidade de variáveis climáticas podem modificar suas funções e comprometer serviços ecossistêmicos presentes nos manguezais, como o sequestro e armazenamento de carbono e a proteção de linha de costa (DUKE et al., 2007; MCKEE; ROGERS; SAINTILAN, 2012; WARD et al., 2016; FRIESS et al., 2020).

No litoral sul de São Paulo, o grupo de pesquisa 'Monitoramento Integrado de Manguezais', vem monitorando a estrutura de florestas de mangue, com uso de parcelas permanentes (desde 2001), microclima (desde 2008) e análise por imagens de satélites (CUNHA-LIGNON; LIMA, 2021; LIMA et al., 2021; CUNHA-LIGNON, et al. 2021). No litoral do Paraná, os manguezais têm sido estudados, também por parcelas permanentes, desde 2019 (GONÇALVES et al., 2022). Apesar de serem os mais conservados e extensos do litoral do estado de São Paulo, o ecossistema exibe alterações quanto à dinâmica e desenvolvimento estrutural, devida a ocorrência de eventos climáticos intensos que têm os impactado (CUNHA-LIGNON et al., 2022a, 2022b; DOURADO-BATISTA et al., 2021). A ocorrência de bancos de macrófitas aquáticas ao redor e no interior das florestas de mangue alertam para as alterações ambientais provocadas pelo canal artificial do Valo Grande. O registro de redução da salinidade e outros fatores, levam a possíveis perdas de serviços ambientais no manguezal (CUNHA-LIGNON et al., 2015; LIMA et al., 2021), contribuindo para uma maior fragilidade do ecossistema em questão. As variações encontradas com o monitoramento microclimático foram interpretadas como indicador de alterações na estrutura do manguezal, em sua borda e no interior do ecossistema (LIMA et al., 2013; LIMA& GALVANI, 2018). Assim, o presente estudo visa identificar, caracterizar e mapear as áreas de clareiras nos manguezais do Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar, com intuito de analisar sua dinâmica, e compreender suas causas e impactos no ecossistema manguezal.

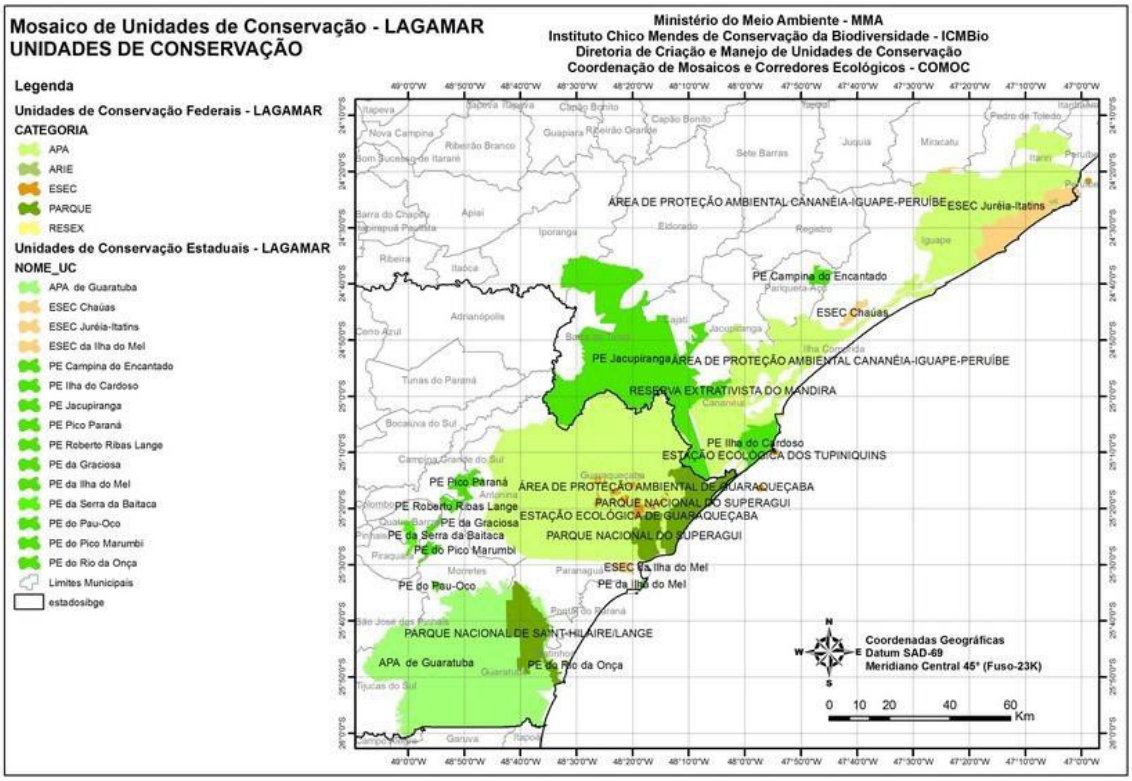
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O trecho do litoral sudeste-sul do Brasil abriga o maior fragmento contínuo da Mata Atlântica, o qual inclui uma das regiões estuarinas mais bem conservadas do litoral brasileiro (CUNHA-LIGNON & MENDONÇA, 2021). Essa região possui manguezais localizados em diversas unidades de conservação, formando o Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar (Figura 1) ao longo de dois estados da federação: São Paulo e Paraná. Em função da alta diversidade paisagística, ecossistêmica, da existência de espécies endêmicas e da presença de comunidades tradicionais, a região mencionada foi reconhecida pela UNESCO como Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Sítio do Patrimônio Mundial Natural.

Figura 1. Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar.

DOI: 10.51189/iii-conbiv/17451



Fonte: ICMBio (MMA).

A Convenção das Zonas Úmidas reconhece a Estação Ecológica de Guaraqueçaba (#2305), Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (#2310) e APA de Guaratuba (#2317) como sítios Ramsar de importância internacional. Neste sentido, o presente estudo considerou as áreas de manguezal localizadas em três municípios do litoral sul de São Paulo (Iguape, Ilha Comprida e Cananéia) e um município do litoral do Paraná (Guaraqueçaba).

2.2. Mapeamento e Caracterização

Para o mapeamento e caracterização das clareiras, foram analisadas imagens de satélites disponíveis no Google Earth PRO, com uso de imagens atuais e históricas (CNS/Airbus, Landsat/Copernicus e Maxar Technologies). O software livre QGIS (versão 3.28.4 e 3.10.0) foi utilizado para realizar a interpretação de imagens e consequente a caracterização das clareiras, considerando os seguintes elementos: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização, de acordo com Jensen (2009). A experiência em campo contribuiu de maneira complementar para a seleção e compilação de informações a respeito de clareiras dentro da área de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da experiência em campo e das análises das imagens de satélite, no período de 2009 a 2022, foram identificadas e mapeadas 12 clareiras distribuídas nos manguezais ao longo da área de estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Localização e caracterização das clareiras no Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar. PEIC: Parque Estadual da Ilha do Cardoso. PARNA: Parque Nacional do Superagui, APACIP: Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruibe.

Município	Latitude (S)	Longitude (O)	Formato	Evento originário	Ano	Local
Iguape (SP)	24º38’1.02”	47º25’30.83”	S/forma definida	Climático (tempestade, vento e granizo)	2019	Ilha dos Papagaios APACIP
Iguape (SP)	24º41’37.93”	47º28’7.04”	Circular	Climático (raio)	2013	Icapara APACIP
Ilha Comprida (SP)	24º58’40.88”	47º43’51.40”	Circular	Climático (raio)	2009	Baguaçu APACIP
Ilha Comprida (SP)	24º58’39.79”	47º53’51.13”	Circular	Climático (vento)	2009	Baguaçu APACIP
Ilha Comprida (SP)	25º00’57.48”	47º55’6.52”	Circular	Climático (raio)	2022	Nóbrega APACIP
Cananéia (SP)	25º03’42.99”	47º57’45.97”	S/forma definida	Indefinido	2009	*Main gap* APACIP
Cananéia (SP)	25º03’38.26”	47º57’59.85”	Alongada	Indefinido	2009	restinga
Cananéia (SP)	25º03’59.09”	47º57’58.05”	Alongada	Indefinido	2009	Arrozal APACIP
Cananéia (SP)	25º04’8.86”	47º54’50.41”	Circular	Indefinido	2013	Perequê – PEIC
Cananéia (SP)	25º07’32.44”	48º0’31.73”	Semi-circular	Climático (tempestade)	2018	PEIC
Guaraqueçaba (PR)	25º15'52.53"	48º3'47.52"	S/forma definida	Processos erosivos (oceanográfico / climático)	2018	Nova Barra-PEIC e PARNA Superagui
Guaraqueçaba (PR)	25º18'32.03"	48º10'9.11"	Circular	Climático (tempestade)	2018	PARNA Superagui

DOI: 10.51189/iii-conbiv/17451

O principal motivo para a formação de clareiras na área de estudo foi a presença de eventos climáticos e sua interação com as florestas de mangue, como em casos de tempestades, rajadas de vento, quedas de raio e granizo. Das 12 clareiras mapeadas, oito tiveram como causa algum evento climático, correspondendo a 67% das formações de clareiras nesse trecho da costa de São Paulo e Paraná. De modo geral, raios agem sobre os manguezais criando clareiras em formato circular. Amir & Duke (2019), analisando clareiras formadas por processos naturais e antrópicos na Austrália, também registraram a maior parte das clareiras com o formato circular.

A criação de clareiras e a abertura do dossel da floresta provocam o aumento da quantidade de luz exposta ao solo da floresta (AMIR & DUKE, 2019; LIMA & GALVANI, 2018). Cunha- Lignon & Lima (2021) observaram que os manguezais impactados do litoral sul de São Paulo apresentaram baixos valores de Índice de Área Foliar (IAF), com média de 0,23, enquanto que manguezais conservados apresentaram IAF com média de 0,90.

4. CONCLUSÃO

O conhecimento prévio e o monitoramento contínuo dos manguezais em parcelas permanentes na região de estudo foram importantes para o registro e seleção prévia das clareiras estudadas. Entre as 12 clareiras formadas na área de estudo, os eventos climáticos foram os agentes mais frequentes (67%), responsáveis por pelo menos oito aberturas de clareiras nos manguezais. Raios agem sobre os manguezais criando clareiras em forma circular. O melhor entendimento sobre as características das clareiras registradas *in situ* e/ou observadas com auxílio de imagens de satélite, poderá contribuir com a identificação do agente causador dessas formações e dos processos naturais e antrópicos que agem sobre os manguezais.

REFERÊNCIAS

AMIR, A. A.; DUKE, N. C. Distinct characteristics of canopy gaps in the subtropical mangroves of Moreton Bay, Australia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 222, p. 66-80, 2019.

CUNHA-LIGNON, M. & LIMA, N.G.B. Health status of the mangrove forest on the southeastern coast of the State of São Paulo (Brazil): From the bottom (soil salinity and vegetation biomass) to upwards (canopy). **Book of abstracts – VLIZ Marine Science Day**, Oostende, v. 85, p. 40-41, 2021.

CUNHA-LIGNON, M., BERTINI, G.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S. (ed.). **Manguezais, camarões-de-água-doce e manjuba-de-iguape**: patrimônios natural e cultural do Vale do Ribeira e Litoral Sul do Estado de São Paulo. Registro: Unesp, p. 23-65, 2021.

CUNHA-LIGNON, M.; LIMA, N. G. B. ; MARTINS, A. P. ; GALVANI, E. ATMOSPHERIC Damage in Mangrove Forest on the Southern Coast of São Paulo (Brazil). In: SEMANGLARES IV: SEMINARIO NACIONAL DE ESTUARIOS Y MANGLARES, ECOSISTEMAS DE MANGLAR PARA EL BIENESTAR HUMANO EN UN ENTORNO CAMBIANTE,2022, Bogotá, CO. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, v. 9, p. 64, 2022.

CUNHA-LIGNON, M.; LIMA, N. G. B. ; MARTINS, A. P. ; ARMANI, G. ; GALVANI, E. Storm Damage in Mangrove Forest at Southeastern Brazilian Unesco and Ramsar Sites. In: 2ND CONGRESO DE MANGLARES DE AMÉRICA, 2022, MÉRIDA. Memorias del II Congreso de Manglares de America. Guayaquil: Universidad Espíritu Santu, p. 145-148, 2022.

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. **Anais** [...] VIII CBUC-Trabalhos Técnicos, Curitiba, p. 1-17, 2015.

DOURADO-BATISTA, C.V.; DAHDOUH-GUEBAS, F. & CUNHA-LIGNON, M. Mangrove forests under extreme events at the southeastern coast of the state of São Paulo, Brazil**. Book of abstracts – VLIZ Marine Science Day**, Oostende, v. 85, p. 53, 2021.

DUKE, N.C. Gap creation and regenerative processes driving diversity and structure of mangrove ecosystems. **Wetlands Ecology and Management**, v. 9, n. 3, p. 267–279, 2001.

DUKE, N.C.; MEYNECKE, J.-0.; DITTMANN, A.M.; ELLISON, A.M.; AANGER, 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***,* v. 317, p. 41-42, 2007.

ELLISON, J.C. Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts. **Wetlands Ecol Manage**, v. 23, p. 115-137, 2015.

FRIESS, D. A. et al. Mangrove Blue Carbon in the Face of Deforestation, Climate Change, and Restoration. **Annual Plant Reviews online**, p. 427-456, 2020.

GONÇALVES, G. R. A.; ROLON, A. C. A.; COTTENS, K. F.; SANTOS, N. G.; CELLA, V. C.; BAPTISTA-METRI, C. Monitoramento do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*, Decapoda Brachyura) no lagamar paranaense, estado do Paraná, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, p. 143-158, 2022.

JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**.** São José dos Campos, SP: **Parêntese**. 2009.

LIMA, N. G.B, GALVANI, E., FALCÃO, R. M. AND CUNHA-LIGNON, M. Air temperature and canopy cover of impacted and conserved mangrove ecosystems: a study in a subtropical estuary in Brazil. **Journal of Coastal Research,** v. 65, n. 2, p. 1152-1157, 2013.

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E. Interaction of climatic attributes in the mangroves of the south coast of São Paulo and their relation with climatic controls. **Confins** (Paris), v. 1, p. 1-23, 2018.

LIMA, N.G.B.; CUNHA-LIGNON, M. & GALVANI, E. Microclimatic analysis of mangroves in two distinct categories of Protected Areas and conserved status. **Sociedade & Natureza**, v. 33, 2021.

MCKEE, K.; ROGERS, K.; SAINTILAN, N. Response of salt marsh and mangrove wetlands to changes in atmospheric CO2, climate, and sea level. **New York: Springer**. 2012.

OSLAND M. J. et al. Life stage influences the resistance and resilience of black mangrove forests to winter climate extremes. **Ecosphere**, v. 6, n. 9, p. 15, 2015.

WARD, R. D. et al. Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region

overview. **Ecosystem Health and Sustainability**. v. 2, n. 4, 2016.

VOGT, J.; PIOU, C.; BERGER, U. Comparing the influence of large- and small-scale disturbances on forest heterogeneity: A simulation study for mangroves. **Ecological Complexity**, v. 20, p. 107-115, 2014.

DOI: 10.51189/iii-conbiv/17451