

AValiação DOS MANGUEZAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS NO BRASIL E NO EQUADOR

Carolina da Silva Gonçalves ¹

Márcia Aparecida da Silva Pimentel ²

Andrés Velastegui-Montoya ³

Milena Marília Nogueira de Andrade ⁴

RESUMO

O presente trabalho buscou realizar um comparativo entre os manguezais de Áreas Protegidas do Equador e Áreas Protegidas do Brasil - mais precisamente no Golfo de Guayaquil e a Zona Costeira Paraense, respectivamente. Como metodologia, foi realizada uma classificação supervisionada através do algoritmo Random Forest (que se caracteriza por ser uma aprendizagem de máquina baseado em inteligência artificial) na plataforma Google Earth Engine. A classificação supervisionada empregada apresentou uma acurácia global de 71% e o Índice Kappa de 0,65 indicando uma consistência Forte. A classificação apresentou uma área de 422.73km² de manguezais salvaguardados por Áreas Protegidas no Golfo de Guayaquil no Equador, e 1.969,8 km² de manguezais em Áreas Protegidas na Zona Costeira Paraense no Brasil. Os resultados do trabalho enfatizam a importância das Áreas Protegidas na conservação de manguezais.

Palavras-chave: Manguezal, Google Earth Engine, Random Forest.

RESUMEN

Este estudio buscó comparar los manglares en Áreas Protegidas en Ecuador y Brasil, específicamente, en el Golfo de Guayaquil y la Zona Costera de Pará, respectivamente. Se realizó una metodología de clasificación supervisada utilizando el algoritmo Random Forest (un algoritmo de aprendizaje automático basado en inteligencia artificial) en la plataforma Google Earth Engine. La clasificación supervisada demostró una precisión general del 71% y un coeficiente Kappa de 0,65, lo que indica una fuerte consistencia. La clasificación reveló un área de 422,73 km² de manglares protegidos por Áreas Protegidas en el Golfo de Guayaquil en Ecuador, y 1.969,8 km² de manglares en Áreas Protegidas en la Zona Costera de Pará en Brasil. Los resultados enfatizan la importancia de las Áreas Protegidas en la conservación de los manglares.

Palabras clave: Mangle, Google Earth Engine, Random Forest.

ABSTRACT

This study sought to compare mangroves in Protected Areas in Ecuador and in Brazil—specifically, in the Gulf of Guayaquil and the Pará Coastal Zone, respectively. A supervised classification methodology was performed using the Random Forest algorithm (a machine learning algorithm based on artificial intelligence) on the Google Earth Engine platform. The supervised classification demonstrated an overall accuracy of 71% and a Kappa coefficient of 0.65, indicating strong consistency. The classification revealed an area of 422.73 km² of mangroves protected by Protected Areas in the Gulf of Guayaquil in Ecuador, and 1,969.8 km² of mangroves in Protected Areas in the Pará Coastal Zone in Brazil. The results emphasize the importance of Protected Areas in mangrove conservation.

Keywords: Mangrove, Google Earth Engine, Random Forest.

¹ Universidade Federal do Pará – PA, linacsg@gmail.com;

² Universidade Federal do Pará – PA, mapimentel@ufpa.br;

³ Escuela Superior Politécnica del Litoral – GYE, dvelaste@espol.edu.ec;

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia – PA, milena.andrade@ufra.edu.br;

INTRODUÇÃO

Os manguezais funcionam como ecossistemas altamente produtivos e biologicamente críticos (Jayanthi et al, 2018), desempenhando um papel vital na defesa costeira, controle de erosão, melhoria da pesca, fornecimento de habitat, filtragem de poluentes, sequestro de carbono e como estratégia nas mudanças climáticas (Alongi, 2014; Bernardino et al, 2024). Além disso, os manguezais participam do combate às mudanças climáticas, pois podem capturar dióxido de carbono atmosférico e retê-lo por longos períodos em seus sedimentos (Aye et al, 2023), retendo até quatro vezes mais carbono por hectare do que outros tipos de florestas tropicais (Prasad et al, 2023).

Apesar dos benefícios e de sua importância ecológica, os habitats de manguezais são expostos a uma série de ameaças antropogênicas: a superexploração de madeira, pesca industrial, agricultura, pecuária, aquicultura, urbanização, desmatamento e desenvolvimento de infraestrutura (Garcia et al., 2014; Giri et al., 2015; Wang et al 2024). Globalmente, cerca de um terço da área de manguezal foi perdida desde a década de 1950, com uma perda de 20% a 35% de 1980 a 2000 e 2,1% a 3,4% de 1996 a 2020 (Bunting et al, 2022).

No Equador, cerca de 23% dos manguezais foram perdidos entre os anos de 1969 e 2013, sendo essa perda associada a exploração madeireira e construção de tanques de criação de camarão (Carvajal e Santillán, 2019). No Brasil os fatores associados a redução do manguezal são a pesca, turismo e desmatamento (Zamboni et al, 2022).

Dessa forma, Áreas Protegidas seguem como maneira de conter impactos antrópicos e a manutenção de valores culturais e de comunidade tradicionais, e para além disso, apresentam-se como importante ferramenta para o fornecimento de serviços ecossistêmicos, meios de subsistência e sustento as comunidades locais (Shaharum et al, 2018).

Em um aspecto global, cerca 42% dos manguezais estão em áreas protegidas, no Brasil, este percentual sobe para 58% (Diniz et al, 2019). No Equador, cerca de 32% apresentam-se em Áreas Protegidas (Caiza-Morales et al, 2024).

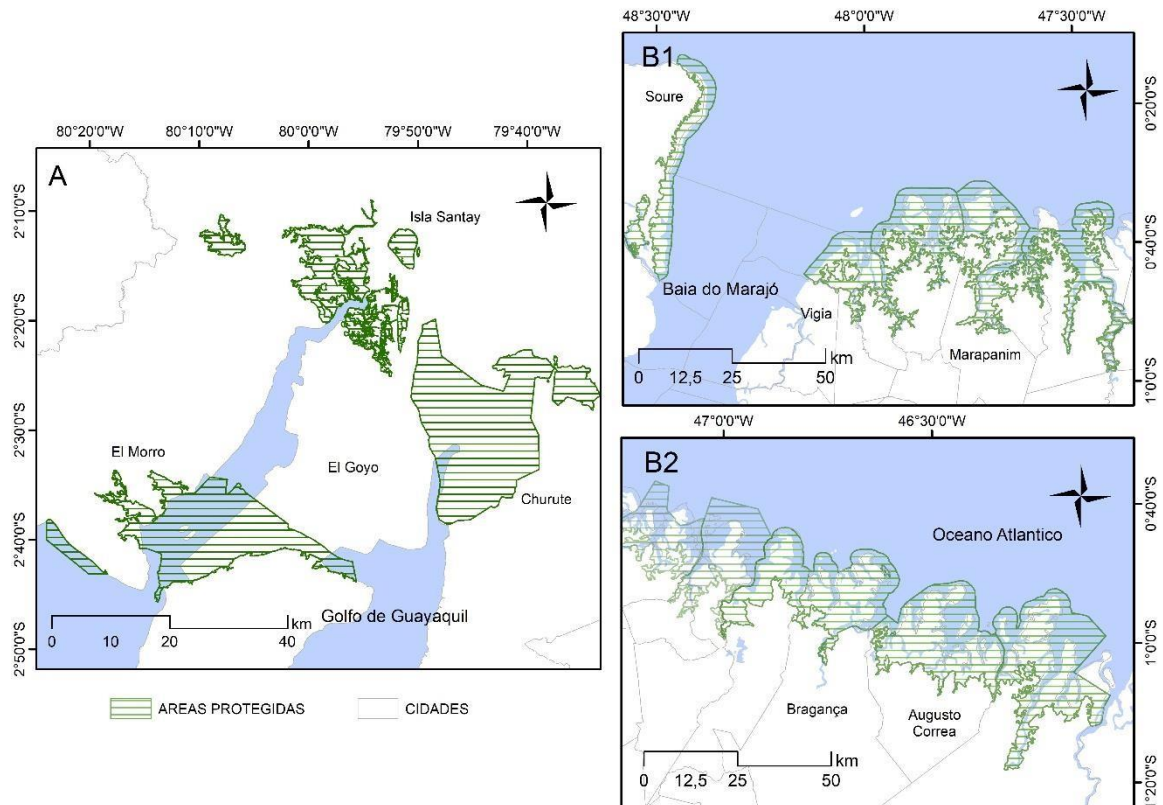
Visto a importância dos manguezais em escala global, o presente trabalho busca realizar um comparativo entre os manguezais de Áreas Protegidas do Equador e Áreas Protegidas do Brasil - mais precisamente no Golfo de Guayaquil e a Zona Costeira Paraense, respectivamente. Como metodologia, será realizada uma classificação supervisionada através do algoritmo

Random Forest na plataforma Google Earth Engine. Os resultados do trabalho enfatizam a importância das Áreas Protegidas na conservação de manguezais.

METODOLOGIA

O estudo abrange duas áreas principais, a primeira compreende as Áreas Protegidas no Golfo de Guayaquil (figura a) localizadas no estuário de Guayas, e a segunda área compreende as Áreas Protegidas da Zona Costeira Paraense (figura b1 e figura b2). Ambas as regiões são ricas em relação ecossistema manguezal.

Figura a: Áreas Protegidas do Golfo de Guayaquil. Figura b1: Áreas Protegidas de Soure e do Salgado Paraense. Figura b2: Áreas Protegidas



Fonte: Autoral, 2025.

Metodologia

Os Dados Secundários da pesquisa foram advindos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) – para as Áreas Protegidas do Brasil – e Sistema Nacional de Áreas Protegida do Equador (SNAP) – para as Áreas Protegidas do Equador.



A análise de Uso e Cobertura da Terra foi realizada por meio de classificação de imagem no Google Earth Engine. Para o processamento, será utilizada a Coleção Sentinel 2 (ee.ImageCollection”IDCOPERNICUS/2_HARMONIZED”); tal escolha é justificada pelas imagens baixadas apresentarem correções atmosféricas e radiométricas. A coleção de imagens foi adquirida em um intervalo de 01/01/2024 e 31/12/2024, onde passaram por um filtro de nuvem de 10% e posteriormente realização um mosaico para a área de estudo, sendo estes processados em linguagem JavaScript.

Após primeiros processamentos, será realizada uma classificação supervisionada dividida em 2 classes (mangue e não mangue) através do algoritmo Random Forest, que se caracteriza por ser uma aprendizagem de máquina baseado em inteligência artificial.

Para a classificação serão catalogadas amostras de cada classe, e após, foram avaliadas por meio de validação de acurácia através do Índice Kappa (Landis e Kochi, 1977), seguindo o parâmetro:

Tabela1: Valores de Concordância do Índice Kappa

Índice Kappa	Concordância
< 0	Sem Concordância
0 a 0,19	Pobre
0,2 a 0,39	Fraca
0,4 a 0,59	Moderada
0,6 a 0,79	Forte
0,8 a 1	Excelente

Fonte: Landis e Koch, 1977.

Os produtos cartográficos forão gerados com o Software aberto QGIS 2.32.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os manguezais funcionam como ecossistemas altamente produtivos e biologicamente críticos (Jayanthi *et al.*, 2018), e desempenham um papel vital na defesa costeira, no controle de erosão, na melhoria da pesca, no fornecimento de habitat, na filtragem de poluentes, no sequestro de carbono e como estratégia de mitigação nas mudanças climáticas com captura de gases atmosféricos (Fao, 2007; Barbier *et al.*, 2001; Kathiresan e Rajendran, 2005; Thampanya *et al.*, 2006; Hutchison *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2010; Alongi, 2014; Murdiyarsi *et al.*, 2015; Bernardino *et al.*, 2024).

De acordo com Waleed *et al.* (2024), as florestas de manguezais apresentam diversos benefícios e estão relacionadas a:



- a. Humanidade: as florestas de manguezais atuam como berçário e habitat essencial para uma variedade de peixes, caranguejos e moluscos que são fonte de subsistência (Luom *et al.*, 2021); além de servir como produtos farmacêuticos e recursos genéticos por sua propriedade medicinal (Abdel-Aziz *et al.*, 2016); os manguezais também funcionam como laboratório de pesquisas diversas, contribuindo para pesquisas costeiras e marítimas, restauração e conservação, mudanças climáticas e outros (Kumar *et al.*, 2014).
- b. Biodiversidade: os manguezais são ricos em biodiversidade, servindo como habitats para diversas espécies de pássaros, répteis, plantas, mamíferos e vida marinha; contribuindo assim, para a produtividade e saúde dos ecossistemas costeiros (Rasul e Stewaet, 2015).
- c. Biotecnologia e Aplicações Industriais: a partir das árvores de mangue, são produzidos compostos bioativos para uso de cosméticos e outros setores. Para além disso, essas espécies estão atreladas à fitorremediação, bioprospecção e fabricação de itens domésticos (Verane *et al.*, 2000; Cadamuro *et al.*, 2021; Mitra e Biswas, 2021).
- d. Controle da Degradação: os manguezais retêm sedimentos com seu denso sistema radicular e adicionam matéria orgânica ao solo, além de atuar também como barreiras a ciclones e tempestades, reduzindo a altura das ondas e inundações costeiras (Silva e Amarasinshe, 2023).

As florestas de mangue podem ser mistas, monoespecíficas ou anãs, e podem estar associadas em maior ou menor grau às planícies salinas, que são planícies de maré hipersalinas encontradas à margem do manguezal e não possuem vegetação alguma ou são cobertas por um estrato herbáceo. Elas são limitadas pelos níveis médios das marés. Esta zona salina é denominada apicum, que funciona como refúgio, fontes de nutrientes e habitat para uma série de espécies (Ridd e Stieglitz, 2002; Hadlich *et al.*, 2010; Schmidt *et al.*, 2013; Hayashi *et al.*, 2020) (Figura 1).

Figura 1: Caracterização do manguezal.



Fotos: Carolina Gonçalves, 2025.

Apesar dos benefícios e de sua importância ecológica, os habitats de manguezais são expostos a uma série de ameaças antropogênicas: superexploração de madeira, pesca industrial, agricultura, pecuária, aquicultura, urbanização, desmatamento e desenvolvimento de infraestrutura (Corcoran *et al.*, 2007; Garcia *et al.*, 2014; Giri *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2016; Chowdrhury *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2024)

Globalmente, cerca de um terço da área de manguezal foi perdida desde a década de 1950, com uma perda de 20% a 35% de 1980 a 2000 e 2,1% a 3,4% de 1996 a 2020 (Valiela *et al.*, 2001; Poliodoro *et al.*, 2010; Bunting *et al.*, 2022).

Como forma de contenção da degradação, esforços têm sido direcionados à preservação dos manguezais (Diniz *et al.*, 2019).

Como resposta às mudanças climáticas, as florestas de mangue apresentam-se como uma forma de proteção costeira natural. Apesar de sua importância extrema e adaptabilidade, os manguezais estão sujeitos a diversas ameaças relacionadas às mudanças climáticas, que comprometem sua sobrevivência:

- a. Elevação do Nível do Mar: a elevação do nível do mar ameaça a saúde dos manguezais, elevando o nível de salinidade e à inundação das marés, inibindo assim a fotossíntese e a produtividade das árvores (Shehadi, 2015).
- b. Tempestades: tempestades severas podem danificar fisicamente o ambiente das árvores dos manguezais, arrancando árvores e, conseqüentemente, causando erosão.

- c. Temperaturas Extremas: o calor extremo, além da tolerância dos manguezais, reduz o processo de fotossíntese e causa danos às folhas (Adame *et al.*, 2021).
- d. Sedimentação e Erosão: os manguezais são suscetíveis à erosão e à sedimentação por processos naturais, e suas raízes podem ficar soterradas pela sedimentação excessiva, o que restringe o acesso ao oxigênio e nutrientes (Nardin *et al.*, 2021) (Figura 2).
- e. Alterações de Salinidade: a saúde dos manguezais pode ser afetada por variações de salinidade que ocorrem naturalmente, como ciclos de maré ou condições climáticas severas (Chen e Ye, 2014).

Figura 2: Perda de mangue por processo erosivo.



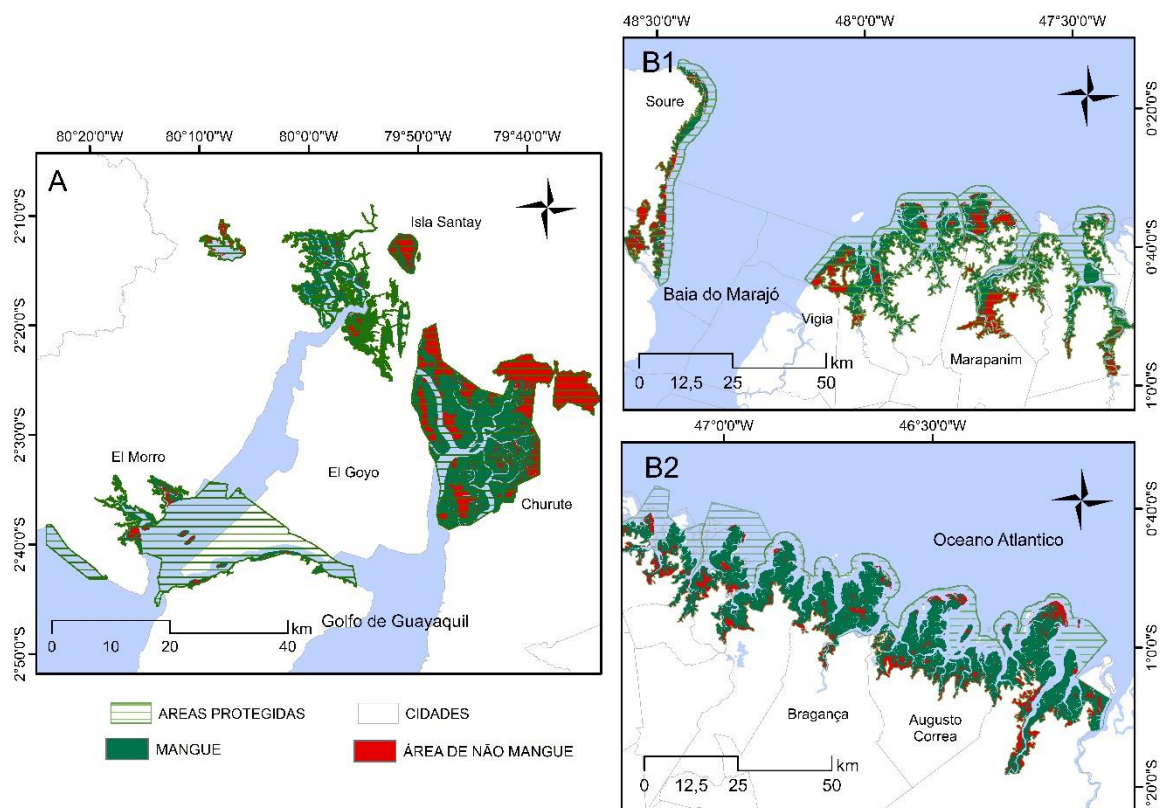
Fonte: Carolina Gonçalves, 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação supervisionada empregada apresentou uma acurácia global de 71% e o Índice Kappa de 0,65 indicando uma consistência Forte. A classificação apresentou uma área de 422.73km² de manguezais salvaguardados por Áreas Protegidas no Golfo de Guayaquil no Equador, e 1.969,8 km² de manguezais em Áreas Protegidas na Zona Costeira Paraense no Brasil. (figura 3, tabela 2).



Figura 3: Mapa das áreas de Mangue ou Não Mangue nas áreas protegidas do Equador e Brasil



Fonte: Autoral, 2025.

Tabela 2: Descrição da Análise de Manguezais e Não Manguezais

Área Protegida	País	Tipo	Mangue (km ²)	% Mangue	Não Mangue(km ²)	% Não Mangue
Playas de Villamil	Equador	Área Nacional de Recreação	0,02	4	0,48	96
Manglares Churute	Equador	Reserva Ecológica	286,86	64,61	157,12	35,39
Parque Lago	Equador	Área Nacional de Recreação	0	0	14,29	100
Manglares el Morro	Equador	Refúgio de Vida Silvestre	11,4	84,56	2,08	15,44
Isla Santay	Equador	Área Nacional de Recreação	6,39	29,74	15,09	70,26
Araí-Peroba	Brasil	Reserva Extrativista	305,24	85,73	50,77	14,27
São João da Ponta	Brasil	Reserva Extrativista	20,58	76,19	6,43	23,81
Caeté Taperaçu	Brasil	Reserva Extrativista	226,75	87,93	31,1	12,07
Cuinarana	Brasil	Reserva Extrativista	41,93	48,14	45,17	51,86
Gurupi-Piriá	Brasil	Reserva Extrativista	349,44	81,53	66,93	18,47
Mãe Grande Curuçá	Brasil	Reserva Extrativista	171,01	86,74	26,12	13,26



Mestre Lucindo	Brasil	Reserva Extrativista	85,88	56,71	64,43	43,29
Mocapajuba	Brasil	Reserva Extrativista	84,25	62,71	50,18	37,39
Maracanã	Brasil	Reserva Extrativista	121,35	80,85	28,74	19,15
Soure	Brasil	Reserva Extrativista	78,87	50,88	76,12	49,12
Tracuateua	Brasil	Reserva Extrativista	170,61	90,87	17,14	9,13
Chocoaré Mato Grosso	Brasil	Reserva Extrativista	18,48	48,51	19,61	51,49
Viriandeua	Brasil	Reserva Extrativista	102,36	56,12	80,03	43,88
Filhos do Mangue	Brasil	Reserva Extrativista	193,05	73,91	68,12	26,08

Fonte: Autoral, 2025.

As Áreas Protegidas que apresentaram menores extensões de manguezais concentram-se principalmente no Equador, especialmente nas Áreas Nacionais de Recreação. Entre elas, destacam-se Playas de Villamil, com apenas 0,02 km² de manguezal (4% de sua área total), e o Parque Lago, onde não foi identificada cobertura de mangue. A Isla Santay também apresenta uma baixa proporção de manguezais, com 6,39 km² (29,74%), indicando uma predominância de áreas não vegetadas por esse ecossistema.

No contexto brasileiro, as Reservas Extrativistas Chocoaré Mato Grosso e Cuinarana registraram as menores proporções, com 18,48 km² (48,51%) e 41,93 km² (48,14%) de manguezal, respectivamente.

Em relação aos manguezais, por mais que o estudo proponha a avaliação em países diferentes, as Áreas Protegidas funcionam como estratégia de diminuição dos impactos ambientais em ambos. De acordo com Morocho *et al.* (2022), as Áreas Protegidas inibem os impactos ambientais provocados por estas atividades econômicas, como a pesca e a carcinocultura. Pimentel (2019) enfatiza a importância das do mosaico de Áreas Protegidas na Zona Costeira Paraense, como forma de diminuição de desmatamento, controle pesqueiro e subsistência de comunidades locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permitiu identificar diferenças expressivas entre a extensão de manguezais protegidos no Equador e no Brasil. As Áreas Protegidas do Golfo de Guayaquil apresentaram um total de 422,73 km² de manguezais, enquanto na Zona Costeira Paraense



foram identificados 1.969,8 km², evidenciando uma representatividade significativamente maior no território brasileiro.

Esses resultados demonstram que a metodologia empregada é adequada para o mapeamento e monitoramento de ecossistemas costeiros em diferentes contextos ambientais.

Os dados obtidos evidenciam que as Áreas Protegidas desempenham papel fundamental na preservação dos manguezais, contribuindo para a redução dos impactos antrópicos e para a manutenção da integridade ambiental. O contraste entre as duas regiões analisadas reforça que a conservação dos manguezais depende não apenas da delimitação das Áreas Protegidas, mas também do fortalecimento da governança ambiental, da fiscalização e da valorização das comunidades tradicionais que dependem desses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ABDEL-AZIZ, S.; MOUAFI, F.; MOUSTAFA, Y.; ABDELWAHED, N. Medicinal Importance of Mangrove Plants. **Microbes in Food and Health**. P. 77-96. 2016.

ALONGI, D. Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. **Annual Review of Marine Science**. 2014.

AYE, W.; TONG, X.; LI, J.; TUN, A. Assessing the Carbon Storege Potential of a Young Mangrove Platation in Myanmar. **Forests**. V. 14. N. 4. 2023.

BARBIER, E.; HACKER, S.; KENNEDY, C.; KOCH, E.; STIER, A.; SILLIMAN, B. The Value of Estuarine and Coastal Ecosystem Services. **Ecological Monographs**. V. 81. N. 2. P. 169-193. 2001.

BERNARDINO, A.; QUEIROZ, H.; NOBREGA, G.; COPPO, G.; SANDERS, C.; SILVA, A.; KAUFFMAN, J.; COSTA, R.; PACHECO, C.; VASSOLER, A.; PEREIRA, A.; RUIZ, F.; FERREIRA, T. Soil Greenhouse Gas Fluxes Partially Reduce the Net Gains on carbon Sequestration in Mangroves of the Brazilian Amazon. **Envioronmental Research**. V. 263. 2024.

BUNTING, P.; ROSENQVIST, A.; HILARIDES, L.; LUCAS, R.; THOMAS, N.; TADONO, T.; WORTHINGTON, T.; SPALDING, M.; MURRAY, N.; REBELO, L. Global Mangrove Extent Chance 1996-2020: Global Mangrove Watch Verson 3.0. **Remote Sensing**. V. 14. N. 15. 2022.



BUNTING, P.; ROSENQVIST, A.; HILARIDES, L.; LUCAS, R.; THOMAS, N.; TADONO, T.; WORTHINGTON, T.; SPALDING, M.; MURRAY, N.; REBELO, L. Global Mangrove Extent Change 1996-2020: Global Mangrove Watch Version 3.0. **Remote Sensing**. V. 14. N. 15. 2022.

CADAMURO, R.; BASTOS, I.; SILVA, I.; CRIZ, A.; ROBL, D.; SANDJO, L.; TREUCHEL, H.; STEINDEL, M.; FONGARO, G. Bioactive Compounds from Mangrove Endophytic Fungus and Their Uses for Microorganism Control. **Journal of Fungi**. V. 7. N. 6. 2021.

CAIZA-MORALES, L.; GOMES, C.; TORRES, R.; NICOLAU, A.; OLANO, J. MANGLEE: A Tool for Mapping and Monitoring Mangrove Ecosystem on Google Earth Engine – A Case Study in Ecuador. **Journal of Geovisualization and Spatial Analysis**. V. 8. N. 17. P. 1-15. 2024.

CARVAJAL, R; SANTILLÁN, X. Plan de Acción Nacional Para La Conservación de Los Manglares Del Ecuador Continental. In: Ambiente, Conservación Internacional Ecuador, Organización para las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). **Proyecto Conservación de Manglar en el Pacífico Este Tropical**. Ministerio del, Guayaquil, Ecuador. 2019.

CHEN, H.; ZHANG, T.; COSTANZA, R.; KUBISZEWSKI, I. Review of The Approaches For Assessing Protected Areas Effectiveness. **Environmental Impact Assessment Review**. V. 92. P. 1 – 11.

CHOWDHURY, R.; UCHIDA, E.; CHEN, L.; OSORIO, V.; YODER, L. **Anthropogenic Drivers of Mangrove Loss: Geographic Patterns and Implications For Livelihoods**. P. 275-300. 2017.

FAO. **The World's Mangrove 1980-2005**. 2005.

FERREIRA, T. Soil Greenhouse Gas Flux Partially Reduce the Net Gains in Carbon Sequestration in Mangroves of Brazilian Amazon. **Environmental Research**. V. 263. 2024.

GARCIA, K.; MALABRIGO, P.; GEVANA, D. **Phillippines' Mangrove Ecosystem: Status, Threats and Conservation**. P. 81-94. 2014.

GARCIA, K.; MALABRIGO, P.; GEVANA, D. **Phillippines' Mangrove Ecosystem: Status, Threats and Conservation**. P. 81-94. 2014.



GIRI, C.; LONG, J.; ABBAS, S.; MURALI, R.; QAMER, F.; PENGRA, B.; THAU, D. Distribution and Dynamics of mangroves Forests of South Asia. **Journal of Environmental Management**. V. 148. P. 101-111. 2015.

GIRI, C.; LONG, J.; ABBAS, S.; MURALI, R.; QAMER, F.; PENGRA, B.; THAU, D. Distribution and Dynamics of mangroves Forests of South Asia. **Journal of Environmental Management**. V. 148. P. 101-111. 2015.

HADLICH, G.; CELINO, J.; UCHA, J. Physical-Chemical Differentiation Between Supratidal Salt Flats Mangroves and Hillsides in the Todos os Santos Bay, Northeast Brazil. **Geosciences**. V. 29. N. 4. P. 633-641. 2010.

HAYASHI, S.; SOUZA-FILHO, P.; NASCIMENTO JR, W.; FERNANDES, M. The Effect of Anthropogenic Drivers on Spatial Patterns of Mangrove Land User on the Amazon Coast. **PlosOne**. 2019.

JAYANTHI, M.; THIRUMURTHY, S.; NAGARAJ, G.; MURALIDHAR, M.; RAVICHANDRAN, P. Spatial and Temporal Changes in Mangrove Cover Across the Protected and Unprotected Forests of India. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V. 213. P. 81-91. 2018.

JAYANTHI, M.; THIRUMURTHY, S.; NAGARAJ, G.; MURALIDHAR, M.; RAVICHANDRAN, P. Spatial and Temporal Changes in Mangrove Cover Across the Protected and Unprotected Forests of India. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V. 213. P. 81-91. 2018.

KATHIRESAN, K.; RAJENDRAN, N. Coastal Mangrove Forests Mitigated Tsunami. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V. 65. N. 3. P. 601-606. 2005.

KUMAR, J.; KUMAR, V.; RAJANNA, K.; SAGAR, M. **Ecological Benefits of Mangrove**. 2014.

LANDIS, J.; KOCH, G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**. V, 33. N. 1. 1977.

LUOM, T.; PHONG, N.; SMITHERS, S.; TAI, T. Protected Mangrove Forests and Aquaculture Development for Livelihoods. **Ocean and Coastal Management**. V. 205. 2021.

MOROCHO, R.; GONZALEZ, I.; FERREIRA, T.; OTERO, X. Mangrove Forests in Ecuador; A Two-Decade Analysis. **Forests**. V. 13. N. 5. 2022.



NGUYEN, H.; DARGUSCH, P.; MOSS, P.; TRAN, D. A Review of the Drivers of 200 Years of Wetland Degradation in the Mekong Delta of Vietnam. **Regional Environmental Change**. V. 16. P. 2303-2315. 2016.

PIMENTEL, M. Comunidades Tradicionais em Reservas Extrativistas Marinhas no Estado do Pará: Conflitos e Resistências. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**. V. 1. N. 1. P. 191-218. 2019.

POLIDORO, B.; CARPENTER, K.; COLLINS, L.; DUKE, N.; ELLISON, A.; ELLISON, J.; FARNSWORTH, E.; FERNANDO, E.; KATHIRESAN, K.; KOEDAM, N.; LIVINGSTONE, S.; MIYAGI, T.; MOORE, G.; NGOC NAM, V.; ONG, J.; PRIMAVERA, J.; SALMO, S.; SANGIANGCO, J.; SUKARDJO, S.; WANG, Y.; YONG, J. The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. **PlosOne**. V. 5. 2010.

PRASAD, K.; SHRADDHA, K.; PRITI, A. Systematic Study of Carbon Sequestration of Mangrove Forest at Raigad District Coast, Maharashtra, India. **Journal of Global Resources**. V. 9. N.1. 2023.

RIDD, P.; STIEGLITZ, T. Dry Season Salinity Changes in Arid Estuaries Fringed by Mangroves and Saltflats. **Estuaries, Coastal and Shelf Science**. V. 54. N. 6. P. 1036-1046. 2002.

SCHMIDT, A.; BEMVENUTI, C.; DIELE, K. **Sobre a Definição de Apicum e sua Importância Ecológica para Populações de Caranguejo-Uçá**. Boletim Técnico-Científico do Cepene. P. 9-26. 2013.

SHARARUM, N.; SHAFRI, H.; GAMBO, J.; ABIDIN, F. Mapping of Krau Wildlife Reserve (KWR) Protected Area using Landsat 8 and Supervised Classification Algorithms. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**. V. 10. P. 24-35. 2018.

SILVA, W.; AMARASINGHE, M. Coastal Protection Function of Mangrove Ecosystems: a Case study From Sri Lanka. **Journal of Coastal Conservation**. V. 27. N. 59. 2023.

THAMPANYA, U.; VERMAAT, J.; SINSAKUL, S.; PANAPITUKKUL. Coastal Erosion and Mangrove Propagation of Southern Thailand. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V. 68. N. 1. P. 75-85. 2006.

VALIELA, I.; BOWEN, J.; YORK, J. Mangrove Forests: One of The World's Threatened Major Tropical Environments. **BioScience**. V. 51. P. 807-815. 2001.



VERANE, J.; SANTOS, N.; SILVA, V.; ALMEIDA, M.; OLIVEIRA, O.; MOREIRA, I. Phytoremediation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Mangrove Sediments Using Rhizophora Mangle. **Marine Pollution Bulletin**. V. 160. 2020.

WALLED, T.; ABDEL-MAKSoud, Y.; KANWAR, R.; SEWILAM, H. Mangroves in Egypt and the Middle East: Current Status, Threats, and Opportunities. **International Journal of Environmental Science and Technology**. V. 22. P, 1225-1262. 2025.

WANG, W.; ZHAI, D.; LI, X.; FANG, H.; YANG, Y. Conflicts in Mangrove Protected Areas Through the Actor-Centred Power Framework – Insights from China. **Forest Policy and Economics**. V. 158. 2024.