

Análise multitemporal do uso e cobertura da terra na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape - Recôncavo Baiano

Multitemporal land use and land cover analysis of the Iguape Bay Marine Extractive Reserve – Bahian Recôncavo

Ivonice Sena de Souza¹; Ana Paula Sena de Souza²; Rosemeri Melo e Souza³

¹ Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geografia, São Cristóvão/SE, Brasil. Email: vonisouza@yahoo.com.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0078-7638>

² Secretaria de Educação do Estado da Bahia, Professora de Geografia, BA, Brasil. Email: anappaullasouza@yahoo.com.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3882-1117>

³ Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geografia, São Cristóvão/SE, Brasil. Email: rome@academico.ufs.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5916-3598>

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, utilizando imagens do Landsat de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022. A RESEX Baía do Iguape, abrange os municípios de Cachoeira, São Félix e Maragogipe, localizada no Recôncavo Baiano. Os procedimentos metodológicos englobaram pesquisa bibliográfica, organização de um banco de dados geográficos em ambiente SIG, tabulação de dados, processamento digital de imagens e confecção de mapas. Para a realização dos mapeamentos de uso e cobertura da terra, optou-se pelo método de vetorização. A acurácia dos mapeamentos para os índices exatidão global e de Kappa foi acima de 90%. Na RESEX Baía do Iguape, nos últimos 36 anos (1986 a 2022), houve expansão da área de manguezal de 1,8 km², redução da classe agropecuária e aumento dos remanescentes de floresta ombrófila densa da Mata Atlântica. Nesse contexto, considera-se fundamental as análises multitemporais de uso e cobertura da terra, que permitem conhecer os alvos expostos aos prováveis impactos da elevação do nível médio do mar, contribuindo para o planejamento e gerenciamento costeiro da reserva e na formulação de políticas públicas voltadas para as comunidades pesqueiras que ali se encontram.

Palavras-chave: Unidade de conservação; Manguezal; Impactos ambientais.

Abstract: This study aimed to analyze land use and land cover dynamics at the Iguape Bay Marine Extractive Reserve (RESEX) employing Landsat images from 1986, 1994, 2003, 2017 and 2022. The Iguape Bay RESEX covers the municipalities of Cachoeira, São Félix and Maragogipe, located in the Bahian Recôncavo region. The employed methodological procedures comprised a bibliographic research, geographic database organization in a GIS environment, data tabulation, digital image processing and map production. Land use and land cover mapping was carried out by the vectorization method. Mapping accuracy encompassing global and Kappa index accuracies was above 90%. Mangrove area expansion by 1.8 km², agricultural class reduction and increase in dense Atlantic Rainforest remnants were noted at the Iguape Bay RESEX over the last 36 years (1986 to 2022). In this context, multitemporal land use and land cover analyses become paramount, as they allow for furthering knowledge on targets exposed to the probable impacts of rising mean sea levels, contributing to REEX coastal planning and management and the formulation of public policies aimed at local fishing communities.

Keywords: Conservation unit; Mangrove; Environmental impacts.

1. Introdução

A zona costeira é uma área sob forte pressão ambiental em nível global, submetida a uma intensa concentração populacional e exposta a diversos impactos socioambientais. Além dos impactos antrópicos, está sujeita aos riscos das mudanças climáticas, dentre suas consequências, destaca-se a provável Elevação do Nível Médio Relativo do Mar (ENMRM). Pesquisas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas preveem um cenário alarmante até 2100, onde a ENMRM pode ultrapassar um metro. As projeções apontam para um cenário de impactos em inúmeras cidades e ecossistemas costeiros (IPCC, 2022).

Nesse cenário, é importante identificar o uso e cobertura da terra que estão vulneráveis aos impactos de ENMRM, este é considerado um importante indicador ambiental, de fundamental importância para conhecer os alvos que serão impactados pelo o aumento das marés. As análises de uso e cobertura da terra são instrumentos imprescindíveis para o planejamento regional ou local do território (ARAÚJO FILHO; MENESSES; SANO, 2009). A detecção das modificações espaciais é importante; a partir delas, é possível analisar e compreender as alterações que ocorrem no espaço geográfico, fornecendo respostas sobre as distribuições das tipologias de uso. Além disso, são fundamentais para o entendimento dos problemas ambientais que vêm ocorrendo em determinado local, principalmente no contexto das mudanças climáticas (IBGE, 2013).

Vale ressaltar que, as informações sobre esse tema devem descrever não só a situação atual, mas também as transformações recentes e o histórico de ocupação da área de estudo (SANTOS, 2004). Diante desse contexto, torna-se essencial realizar estudos espaço-temporais. As análises das mudanças espaciais de uso e cobertura da terra são realizadas com ferramentas de Geoprocessamento, que se referem a um conjunto maior que inclui diversas Geotecnologias de coleta, armazenamento e uso integrado com análises de dados geográficos. As Geotecnologias incluem os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o Sensoriamento Remoto (SR), a Cartografia Digital (CD) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS), dentre outros (SOUZA FILHO; CRÓSTA, 2003). Nesse contexto, cabe destacar a importância do Sensoriamento Remoto, que desempenha um papel importante na ciência da detecção da mudança da terra, que inclui observação, monitoramento e caracterização das alterações da terra (ZHU; QIU; YE, 2022).

Atualmente, pesquisadores de vários países se dedicam aos estudos das análises espaço-temporais de uso e cobertura da terra (SU; FENG; REM, 2023; MUCHE *et al.*, 2023; ZHANG; LI, 2022), principalmente para detectar as mudanças na cobertura vegetal dos manguezais e os impactos decorrentes dos usos no entorno desse ecossistema (SELMY *et al.*, 2023; MOHAMED; ELHADI; JACKSON, 2023; NEDD; OYEDOTUN; SIMARD, 2023; NABABA *et al.*, 2020).

Nesse cenário, destaca-se a pesquisa de Mohamed; Elhadi; Jackson (2023), que realizaram em Zanzibar, na Tanzânia, uma análise multitemporal da cobertura de manguezais de 1973 a 2020 na Baía de Chwaka e na Baía de Menai. Eles utilizaram dados do satélite Landsat e, para a classificação das imagens, usaram o algoritmo de máxima verossimilhança.

Os estudiosos detectaram que a redução da cobertura de manguezais da Baía de Chwaka entre 1973 e 2020 foi de 48,5 hectares (ha) e 6,8 ha na Baía de Menai. O corte ilegal de madeira, a coleta de lenha, a queima de carvão, a aquicultura, a expansão agrícola e urbana são os principais responsáveis pela perda de manguezais em Zanzibar.

No Brasil, autores como Galina; Ilha; Pagatto (2022) e Leão; Araújo; Oliveira (2021) realizaram análises multitemporais em seus estudos, usaram ferramentas de Geotecnologia para identificar, mapear e analisar a dinâmica espaço-temporal da evolução do uso e cobertura da terra em unidades de conservação, principalmente em Reservas Extrativistas. O mapeamento de uso e cobertura da terra pode ser realizado de duas formas: por interpretação visual de imagens e por classificação digital de imagens. No mapeamento por classificação digital de imagens, ocorre “o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse” (INPE, 2002, n.p.).

A maioria dos trabalhos que abordam a temática de uso e cobertura da terra utiliza o método de classificação digital de imagens (SARTORIO *et al.*, 2023; PAULA, ESCADA, ORTIZ, 2022; SILVA *et al.*, 2021). No entanto, pesquisadores como Souza *et al.* (2023); Souza (2023); Sousa *et al.* (2016) e Braz *et al.* (2017) optaram em seus trabalhos de mapeamento multitemporal, por utilizar a vetorização em vez de uma classificação semiautomática ou automática. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022.

2. Localização da área de estudo

Localizada no Recôncavo Baiano, a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape (RESEX da Baía do Iguape), abrange os municípios de Cachoeira, São Félix e Maragogipe (Figura 1), distante cerca de 110 km de Salvador, capital da

Bahia, numa área de 10.074 hectares (ha), o equivalente a 100,74 km², situada no baixo curso do rio Paraguaçu. A área da Unidade de Conservação (UC) nos respectivos municípios, a saber, São Félix 94,487 ha (0,94 km²); Maragogipe 4,145 (41,45 km²) e Cachoeira 5.833,66 ha (58,35 km²). A RESEX Baía do Iguape é constituída por 2.831,24 hectares em terrenos de manguezais e 5.286,29 hectares de águas internas brasileiras (MMA, 2010).

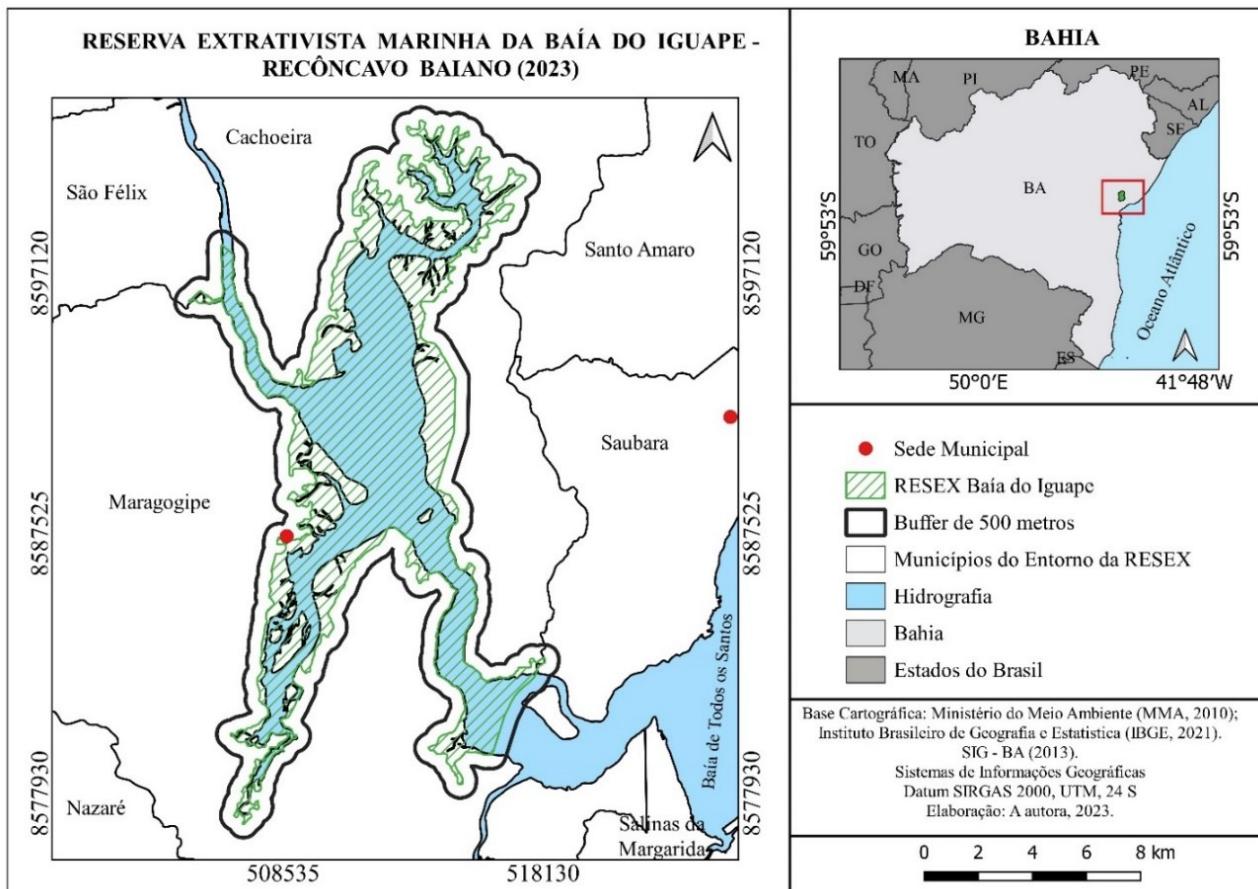


Figura 1 – Localização geográfica da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano (BA).
Fonte: Autoras (2023).

A reserva foi criada em 11 de agosto de 2000 e é a primeira RESEX da Bahia. A UC está sobreposta com a Área Protegida – APA Baía de Todos os Santos, a área sobreposta à reserva corresponde a 6.167 ha (61,37%). Foi criada pelo Governo Federal por ser uma área que possui atividade pesqueira predominantemente artesanal, realizada por comunidades tradicionais (UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL, 2023).

Considerando que a visão de território das comunidades pesqueiras pode ser diferente da delimitação oficial, optou-se por gerar um *buffer* de 500 metros (m) no entorno da poligonal da RESEX Baía do Iguape. A percepção de território para comunidades tradicionais nem sempre está limitada às demarcações legais. Nesta análise, considera-se a área de entorno importante para o presente estudo. Além disso, as florestas de manguezais ultrapassam os limites legais da RESEX.

A Baía do Iguape encontra-se no clima quente e úmido com período chuvoso de outono-inverno. Sendo os meses de novembro a março os que apresentam as maiores temperaturas, julho e agosto as menores (GENZ, 2007).

2.1 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do estudo, foi estruturado um Banco de Dados Geográficos (BDG) com informações espaciais, arquivos vetoriais (*shapefiles* - pontos, linhas e polígonos) e matriciais (*raster* - imagens digitais geradas por

Sensoriamento Remoto). Os dados necessários para a construção dos BDG, foram obtidos a partir de órgãos, instituições federais e internacionais: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Para isso, todos os arquivos (vetoriais e matriciais) foram reprojetados para o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) com o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000).

Para a análise da dinâmica de uso e cobertura da terra foi definido um recorte espaço-temporal de 36 anos (1986, 1995, 2003, 2017 e 2022), esse recorte levou em consideração a disponibilidade das imagens. A seleção das imagens (período) teve como critério a qualidade da imagem (quantidade de nuvens, sombra de nuvens e menor número de ruídos ou erros). As imagens selecionadas datam de: 14/06/1986; 06/07/1994; 12/01/2003; 17/07/2017 e 17/06/2022. As imagens obtidas correspondem à estação outono-inverno, exceto a imagem de 12 de janeiro de 2003, obtida na estação verão, essa imagem foi escolhida por não conseguir nenhuma imagem de qualidade para a referida década no período outono-inverno.

As imagens do Landsat 5 e 7 foram obtidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022), as imagens do Sensor Landsat 8 e 9, foram obtidas no Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2022). As imagens trabalhadas foram georreferenciadas com RMS (*Root Mean Square*) sempre inferior a um pixel. Apenas as imagens do Landsat 5 e 7 foram georreferenciadas, isso porque as imagens do Landsat 8 e 9, são disponibilizadas com as distorções corrigidas. Para a correção das imagens do Landsat 5 e 7 foram utilizadas como base as imagens corrigidas do Landsat 8 e 9. As técnicas de processamento incluíram a seleção das bandas, georreferenciamento e recorte da área de estudo, além de um *buffer* de 500 m. As bandas espectrais consideradas no trabalho para a imagem Landsat 5 e 7 foram R4G5B3. A composição colorida utilizada para as imagens Landsat 8 e 9 foram R5G6B2.

Na realização dos mapeamentos de uso e cobertura da terra foi fundamental o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Entretanto, foi necessário adaptá-lo à realidade local, e a partir das leituras foram definidas as classes de uso (Manguezal, Agropecuária, Rios, Área Urbana, Solo Exposto, Floresta) (Tabela 1).

Tabela 1 – Níveis de abstração adotados no mapeamento de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape, adaptados do Manual Técnico de Uso da Terra.

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Espelho d'água	Rio, lago, açude e represa	Rio
Superfície terrestre	Área natural	Manguezal
	Área antrópica	Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica
		Urbanização
		Solo exposto
		Agropecuária

Fonte: Adaptado do IBGE (2013).

Para o processo de interpretação das imagens de satélite foram utilizados os seguintes elementos básicos de interpretação: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização (FLORENZANO, 2007). Após o estudo desses fatores de interpretação foi possível identificar as classes de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape (Figura 2).

Em seguida, deu-se início ao processo de elaboração dos mapas de uso e cobertura das terras. Neste trabalho, optou-se por realizar o mapeamento dos alvos manualmente, a partir de vetorização da imagem em tela. A escolha pelo método de vetorização em tela se justifica devido a necessidade de discriminar com mais detalhe as classes de uso e cobertura da terra, além disso, ocorre uma confusão das classes solo exposto, apicum (a zona de transição entre o manguezal e o continente) e área urbana. Nesse contexto, torna-se necessária a realização da vetorização destas áreas quando ocorrem diferentes tipos de usos com padrões muito próximos, que o classificador não consegue fazer a distinção dos alvos.

A fase de validação foi realizada por meio de pontos coletados em campo com o GPS, para todas as classes de uso e cobertura. Para complementar a validação, foram utilizados os índices do coeficiente Kappa e o coeficiente Global.

Classe	Alvo/Imagem Composição	Imagen de Campo
Manguezal		
Água		
Área Urbana		
Agropecuária		
Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica		
Solo Exposto/Apicum		

Figura 2 – Chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra representadas pela imagem LANDSAT 9.
Fonte: Autoras (2023).

Para a avaliação dos índices de acurácia, realizou-se o cruzamento das informações de todas as classes de uso e cobertura vetorizadas com as classes observadas nas imagens de referência, juntamente com os dados de campo. Dessa forma, os pontos aleatórios foram associados às classes de uso e cobertura das terras geradas na vetorização. A acurácia dos mapeamentos para os dois índices analisados (exatidão global e de Kappa) nos anos vetorizados (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022) foi acima de 90%. Esses valores se enquadram em mapas de qualidade “excelente”, de acordo com a proposta de Landis e Koch (1977).

3. Resultados e discussão

Na RESEX Baía do Iguape, foram identificadas 6 classes de uso e cobertura da terra, sendo estas: área urbana, solo exposto, agropecuária, floresta, manguezal e água ou espelho d'água (Figura 3). O espelho d'água é um espaço de extrema importância para as comunidades tradicionais pesqueiras do entorno da reserva, sendo um local de prática pesqueira, como a pesca de camarão (*Caridea sp.*), baíacu (*Lagocephalus sp.*), xaréu (*Caranx spp.*), pescada (*Cynoscion spp.*), robalo (*Centropomus spp.*), beijupirá (*Rachycentron canadum*), arraia (*Rajidae sp.*), dentre outros. Na RESEX, a classe espelho d'água representa a maior área em todos os anos mapeados, seguida pela classe manguezal. Os manguezais, para o ano de 1986, correspondem a 26,6 km² (25,8%).

Em 1994 correspondiam a 27 km² (26,8%), um aumento de 0,4 km². Em 2003, foi mapeada uma área de 26,2 km², (26%), e em relação ao ano de 1994, houve uma redução de 0,8 km². Em 2017, houve um aumento de 1,2 km², enquanto o mapeamento de 2022 corresponde a 27,9 km² (27,8%), representando um aumento de 0,5 km². Esta quantificação refere-se à poligonal da RESEX Baía do Iguape; a partir do *buffer*, observa-se que existem áreas de manguezais que estão fora dos limites da RESEX. Para o mapeamento de 1986, com o *buffer* de 500 metros, foi constatada uma área de 33,2 km² (19,8%), enquanto para o ano de 1994 foi mapeada uma área de 33,8 km² (20,3%), um aumento de 0,6 km². O mapeamento dos manguezais para o ano de 2003 corresponde a 34 km² (20,5%), um aumento de 0,2 km² em relação ao ano de 1994. O mapeamento sem o *buffer*, no mesmo ano, mostra uma redução na área de manguezal.

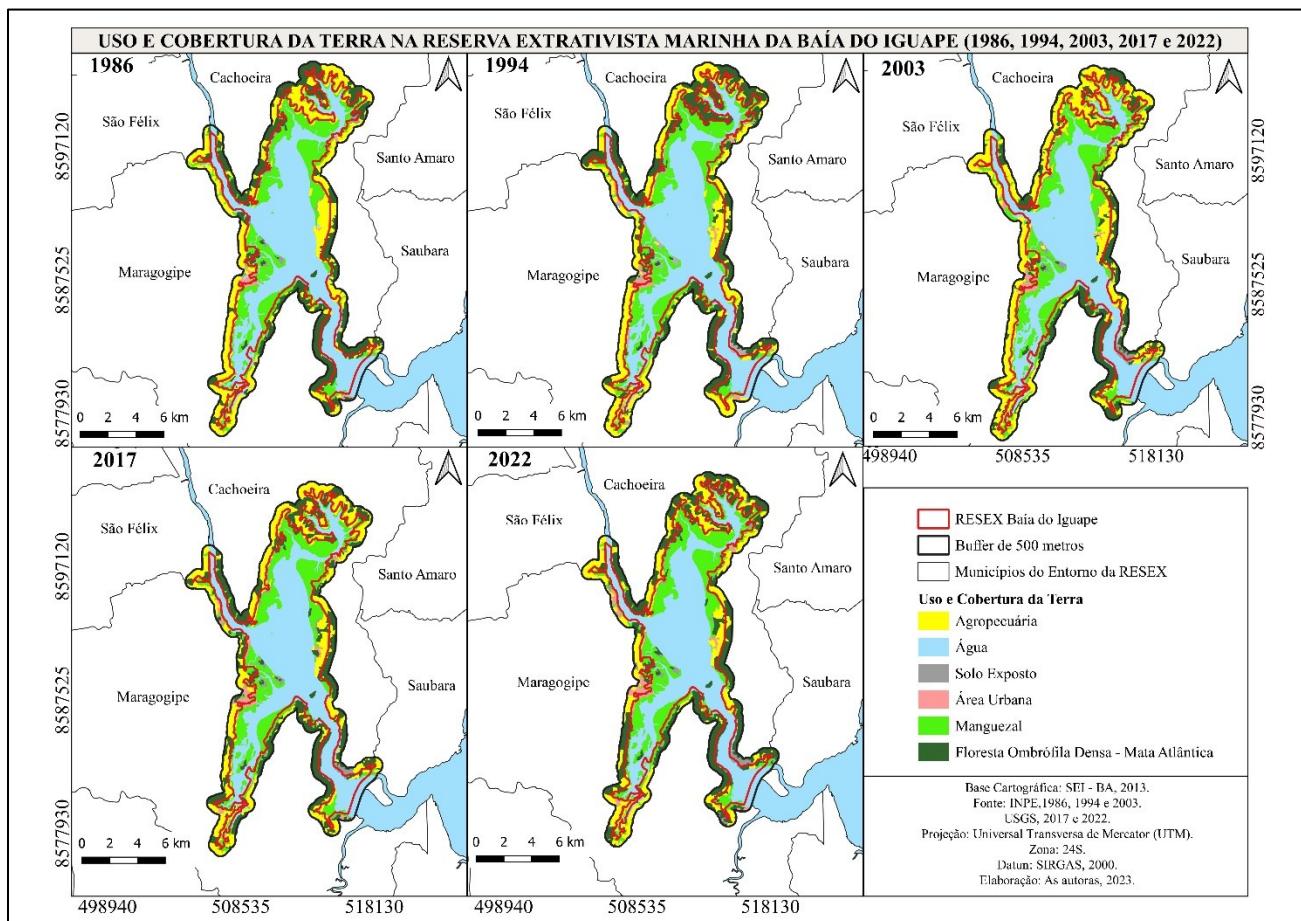


Figura 3 – Mapeamento multitemporal de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape/BA.
Fonte: Autoras (2023).

No ano de 2017, foi mapeada uma área de 34,3 km² (20,5%), um aumento de 0,3 km² em relação ao ano de 2003. No mapeamento de 2022, houve um aumento de 0,7 km², resultando em uma área de 34,7 km² (21%) (Tabela 2).

Nesta perspectiva, percebe-se que, nos manguezais presentes dentro dos limites legais da RESEX, houve declínio apenas no ano 2003, enquanto os mapeamentos com o *buffer* de 500 metros, apresentaram aumento em todos os anos mapeados, ou seja, ao longo dos últimos 36 anos.

Tabela 2 – Quantificação das classes de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape.

Uso da Terra	Área das classes de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape.									
	1986		1994		2003		2017		2022	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Agropecuária	8,6	8,5	7,0	7,0	11,6	7,5	7,5	5,8	5,8	5,8
Floresta	5,5	5,5	6,6	6,5	3,8	5,8	5,8	7,0	7,1	7,0
Manguezal	26,6	26,5	27,0	26,8	26,2	26,0	27,2	27,0	27,9	27,8
Área Urbana	0,5	0,5	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2
Espelho d'água	58,0	57,5	57,0	56,6	56,1	57,0	57,0	56,8	57,2	56,8
Solo exposto	1,5	1,5	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,4	1,5	1,4
Total	100,7	100	100,7	100	100,7	100	100,7	100	100,7	100
Área das classes de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape, com <i>buffer</i> de 500 metros.										
Uso da Terra	1986		1994		2003		2017		2022	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
	36,5	21,8	32,5	19,5	45,0	27	32,5	19,5	28,3	17,0
Agropecuária	30,2	18,3	32,6	19,5	21,3	12,9	32,5	19,5	35,5	21,2
Manguezal	33,2	19,8	33,8	20,3	34,0	20,5	34,3	20,5	35,0	21,0
Área Urbana	1,5	0,8	2,0	1,2	2,0	1,2	2,5	1,5	3,3	2,0
Espelho d'água	63,0	37,8	62,2	37,3	61,6	36,6	61,6	37,0	61,8	37,0
Solo exposto	2,5	1,5	3,8	2,2	3,0	1,8	3,3	2,0	3,0	1,8
Total	166,9	100	166,9	100	166,9	100	166,9	100	166,9	100

Fonte: Autoras (2023).

Aguiar e Cançado (2020) afirmam que a RESEX tem se revelado um importante instrumento do ponto de vista ambiental, voltado para a conservação de ambientes naturais e os meios de sobrevivência dos seus beneficiários, bem como para promover a sustentabilidade. Além disso, a maioria das unidades de conservação no Brasil encontram-se sob forte pressão das atividades do entorno, como a pecuária, barragens, hidrelétricas, agricultura, carcinicultura, empreendimentos privados, que pressionam e impactam os recursos ali protegidos. Isso pode ser observado na RESEX Marinha da Baía do Iguape - BA (SOUZA, 2023), RESEX Marinha de Canavieiras - BA (AGUIAR *et al.*, 2022; AGUIAR, 2023), RESEX Marinha Acaú – Goiana – PE/PB (SILVA *et al.*, 2020), RESEX Marinha de São João da Ponta - PA (FERNANDES; PIMENTEL, 2019), RESEX Marinha de Mocapajuba - PA (CAVALCANTE; LIMA, 2019), RESEX Jaci-Paraná - RO (SANTANA; SILVA, 2019).

Alguns pesquisadores (SANTOS *et al.*, 2022; GALINA; ILHA; PAGATTO, 2022; LEÃO; ARAÚJO; OLIVEIRA, 2021), ao realizar uma análise multitemporal, encontraram um aumento na área de manguezal. No entanto, isso não é o que geralmente ocorre com os manguezais, tanto no âmbito nacional, quanto internacional, esse ecossistema vem passando por diversos problemas ambientais, principalmente, ocasionados pela prática ilegal da carcinicultura e aumento da urbanização (SOUZA *et al.*, 2021; NABABA *et al.*, 2020; SOUZA *et al.* 2019).

Na RESEX Baía do Iguape, foram detectados alguns vetores de degradação dos manguezais, sendo eles: a expansão urbana, poluição por esgoto e resíduos sólidos (Figura 4). Essas ações em conjunto com outros fatores como a implantação da barragem, da Usina Hidrelétrica Pedra do Cavalo e do Estaleiro Enseada Paraguaçu (EEP), afetam diretamente os recursos pesqueiros.



Figura 4 – As imagens A, B e C mostram a presença de resíduos sólidos nas áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape, no entorno da área urbana de Maragogipe.

Fonte: Trabalho de campo (2023).

Nos estudos realizados por Silva *et al.* (2020) e Leão, Araújo e Oliveira (2021) sobre as análises de uso e cobertura da terra que têm as Reservas Extrativistas como recorte espacial, percebe-se que quase todas têm algo em comum, a pressão antrópica no seu entorno. Quanto a essa situação na Baía do Iguape, a oeste da RESEX, existem várias feições de apicum, no entanto, estas situam-se no entorno de pastagens. Além disso, existem manguezais e apicuns cercados, o que dificulta o acesso das populações pesqueiras às áreas de manguezais. As áreas de apicum encontram-se sob o uso antrópico, especificamente pela prática pecuarista, como pode ser observado na figura 5. Nessa situação, o pisoteio do gado causa a compactação do solo, o que dificulta o desenvolvimento dos propágulos de mangue.



Figura 5 – Pastejo de gado em área de apicum na RESEX Baía do Iguape, Cachoeira- BA.
Fonte: Autoras (2023).

Mesmo em meio às pressões antrópicas que ocorrem no entorno da RESEX, os manguezais mantêm-se resistentes e vêm se ampliando em locais distantes das áreas urbanas. Essa mesma situação ocorre na Reserva Extrativista Marinha Caeté- Taperaçu, Bragança, Pará, onde, estão conseguindo manter a preservação ambiental dos manguezais, mesmo diante de pressões externas (LEÃO; ARAÚJO; OLIVEIRA, 2021).

No mapeamento, a classe solo exposto corresponde às áreas de apicum e áreas de mangue que foram suprimidas pela ação antrópica presente na RESEX Baía do Iguape. Como pode ser observado na Figura 6, é possível notar que a nordeste (NE) do lagamar do Iguape, nas proximidades e à montante da localidade de Santiago do Iguape (município de Cachoeira), existia uma área de manguezal degradada em 1986, que correspondia a 33,72 ha (0,33 Km²). Após oito anos, a área que estava degradada havia se recuperado, correspondendo a 18,97 ha (0,18 Km²). No entanto, no mesmo local, agora próximo ao canal do rio, há outra área degradada correspondente a 29,71 ha (0, 29 Km²). Nove anos depois (em 2003), é possível perceber que esta área foi quase totalmente recuperada. Para os anos de 2017 e 2022, a área foi recuperada, havendo um aumento na cobertura vegetação.

O município de Cachoeira apresentou o maior ganho de extensão de mangue nos últimos 36 anos, com 1,1 km², considerando toda a área, isto é a poligonal da RESEX mais os 500 m de *buffer*. No entanto, no entorno das áreas de manguezais, nos mapeamentos de 2017 e 2022, é possível perceber que existem áreas de solo exposto que não correspondem à vegetação de mangue; são áreas que eram ocupadas por floresta ombrófila densa da Mata Atlântica ou pela classe agropecuária. Esse aumento ocorre também no município de Maragogipe, embora em menor proporção do que em Cachoeira, apresentando uma evolução de 0,7 km². Ao longo dos anos analisados, houve oscilações na quantificação das classes de uso e cobertura da terra, a única classe que apresentou crescimento contínuo, sem declínio durante os anos mapeados, foi a de manguezal. Em todos os anos mapeados, é possível observar que os manguezais ultrapassam os limites legais da RESEX.

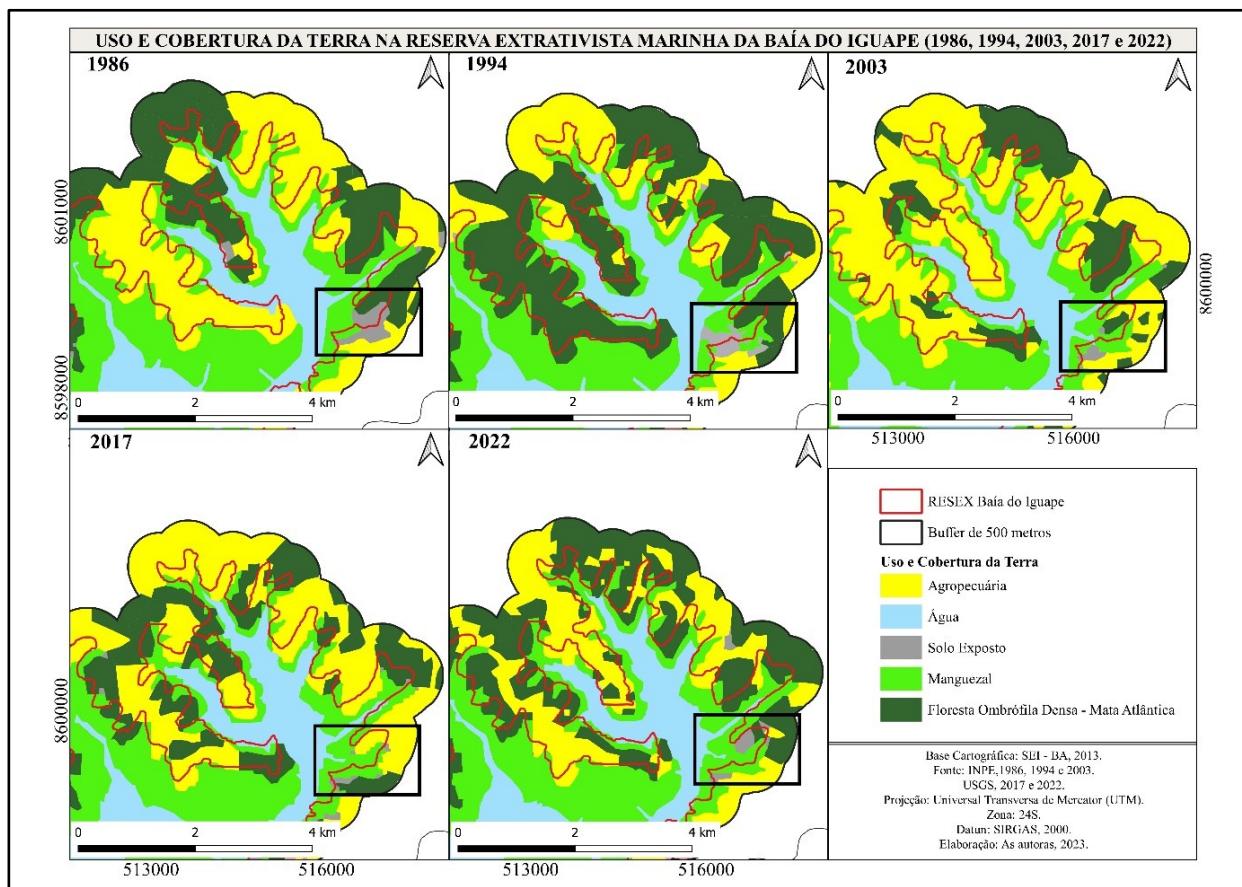


Figura 6 – Evolução das áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape, em Cachoeira – BA.
Fonte: Autoras (2023).

A expansão das áreas de manguezais deve estar diretamente ligada ao aumento da salinidade na Baía do Iguape. Pesquisas realizadas por Genz (2007); Genz, Lessa e Camargo (2008) e Silva *et al.* (2015) sobre os impactos da barragem e da usina hidrelétrica no Rio Paraguaçu e na Baía de Iguape apontam que a barragem interferiu no fluxo de água doce e aumentou a entrada de salinidade no estuário da Baía do Iguape. Esse evento alterou a dinâmica estuarina, resultando na expansão dos manguezais.

A preservação e expansão das áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape devem-se às ações de educação ambiental realizadas nos municípios que abrangem a RESEX, especificamente no município de Maragogipe, onde se encontra a Fundação Vovô do Mangue. Esta Fundação realiza diversas ações em prol da preservação deste ecossistema. Além disso, podem ser citadas as ações de fiscalização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e as iniciativas das comunidades tradicionais quilombolas e pesqueiras, que reconhecem a importância social dos manguezais para suas respectivas populações como meio de sobrevivência e renda.

A classe agropecuária abrange as áreas de agricultura e pecuária, e os municípios que fazem parte da RESEX possuem as duas modalidades de agropecuária, com a predominância de áreas compostas por pastagens para a prática da pecuária. Além dessas atividades, encontra-se também no entorno da Baía do Iguape o extrativismo vegetal de piaçava e dendê. A classe agropecuária, considerando os limites da RESEX, apresentava uma área de 8,6 km² em 1986. Em 1994, essa área foi reduzida para 7 km², resultando em uma diminuição de 1,6 km². Em 2003 houve um aumento da área da classe agropecuária de 4,6 km² em relação ao ano de 1994. Já em 2017, ocorreu uma nova redução da classe agropecuária, com uma diminuição de 4,1 km². No mapeamento de 2022, a área foi de 5,8 km² em relação ao ano de 2017, representando uma redução de 1,7 km².

O mapeamento da classe agropecuária com o *buffer* de 500 metros, apresentou uma área de 36,5 km² para o ano de 1986. Em 1994, houve uma redução de 4 km², totalizando 32,5 km². Para o ano de 2003, registrou-se um aumento da

classe, com uma área de 12,5 km², totalizando 45 km². Em 2017, verificou-se a diminuição da área mapeada em 12,5 km²; assim, o aumento dos 12,5 km² em 2003 foi reduzido na mesma proporção até o ano de 2017. No mapeamento de 2022 manteve-se a redução da classe, que agora era equivalente a 4,2 km², resultando em uma área de 28,3 km². No entorno da RESEX, é possível encontrar diversos tipos de atividades econômicas; dentre essas, destacam-se as plantações de eucalipto, localizadas dentro dos 500 metros do entorno da poligonal da RESEX.

No recorte espacial da RESEX nos últimos 36 anos, houve uma redução da atividade agropecuária nos limites da reserva, equivalente a 2,8 km². Esse fato decorre de ações como o reconhecimento de terras quilombolas, que, consequentemente, contribuíram para a expansão das áreas de manguezais e da classe floresta ombrófila densa da Mata Atlântica.

Nos estudos realizados por Fernandes e Pimentel (2019) para a RESEX Marinha de São João da Ponta, e por Leão, Araújo e Oliveira (2021) na RESEX Marinha Caeté - Taperaçu, Bragança, Pará, foi observado que as reservas sofrem forte pressão em seu entorno em relação a atividades como a pecuária, agricultura mecanizada e construção de hidrelétricas, especificamente a hidrelétrica de Tabajara. Assim como na RESEX Baía do Iguape, é importante ressaltar a pecuária como uma atividade econômica presente no entorno das UC.

A classe floresta corresponde às áreas remanescentes da floresta ombrófila densa da Mata Atlântica. Na RESEX Baía do Iguape, em 1986, essa classe correspondia a 5,5 km². Em 1994, houve um aumento de 1,1 km², totalizando 6,6 km². Em 2003, a área de floresta foi reduzida para 3,8 km². Em 2017, ocorreu um aumento para 5,8 km² e, em 2022, evoluiu para 1,3 km² em relação ao ano de 2017. Essa situação de preservação e conservação da vegetação foi constatada também por Machado, Soares e Faria (2022) para a RESEX Marinha de Cururupu, MA. Esses autores utilizaram imagens do Landsat 8 para os anos de 2014 e 2020, a definição das classes de uso da terra foi realizada a partir da interpretação visual e do conhecimento da região, os pesquisadores utilizaram a classificação supervisionada com o plugin Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) do software QGIS 3.10.10.

Por sua vez, o mapeamento para a classe floresta com um *buffer* de 500 metros em 1986 corresponde a 30,2 km². Em 1994, apresenta uma área de 32,6 km², com um aumento de 2,4 km² em relação ao ano de 1986. Em 2003, a área mapeada corresponde a 21,3 km², uma redução de 11,3 km². Em 2017, a classe aumentou sua área em relação ao ano de 2003, passando a possuir uma área de 32,5 km². Para 2022, a área ocupada pela classe floresta correspondia a 35,5 km² em relação a 2017, com uma adição de 3 km². Os remanescentes de floresta da Mata Atlântica foram a única classe a apresentar um aumento significativo na área de cobertura, com um crescimento de 1,6 km² na poligonal da UC.

A análise multitemporal da paisagem da RESEX possibilitou inferir que houve evolução da cobertura vegetal. O aumento na classe floresta ocorre em decorrência de algumas áreas no entorno da RESEX serem reconhecidas como territórios quilombolas, no município de Maragogipe (Salamina Putumuju, Dendê, Porto da Pedra, Guaí, Guerém, Giral Grande, Enseada do Paraguaçu, dentre outras) e no município de Cachoeira (São Francisco do Paraguaçu, Santiago do Iguape, Dendê, Kaonge, Engenho da Praia, Engenho da Ponte, etc.). Essas comunidades tradicionais, por lei, são as únicas beneficiárias da RESEX, essa população extrai das matas o dendê e a piaçava, pratica a pesca e mariscagem; realiza agricultura de subsistência (mandioca, aipim, banana, milho, feijão), e a criação de gado extensivo.

4. Considerações finais

No mapeamento, foram detectadas seis classes de uso e cobertura da terra: manguezais, áreas urbanizadas, agropecuária, remanescentes de floresta ombrófila densa da Mata Atlântica, os espelhos d'água e os solos expostos. A paisagem na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape revela um aumento na cobertura vegetal de manguezal ao longo dos 36 anos. Houve um aumento na classe floresta ombrófila densa da Mata Atlântica e uma redução na classe agropecuária. Nesse estudo, foi possível constatar que os manguezais ultrapassam os limites legais da RESEX.

Nos últimos 36 anos, houve um aumento de 1,2 km² para o recorte da RESEX, quando inserido o *buffer* de 500 metros, esse ganho de cobertura vegetal chega a 1,8 km². O município de Cachoeira é o que obteve maior ganho de área, seguido do município de Maragogipe. A preservação e expansão das áreas dos manguezais se deve às ações de educação ambiental realizadas na UC, aos trabalhos de fiscalização do ICMBio e às comunidades tradicionais pesqueiras.

Esse estudo permitiu conhecer os usos e a cobertura da terra que estão expostos aos prováveis impactos da elevação do nível médio do mar, contribuindo dessa forma para o planejamento e gerenciamento costeiro da reserva e na formulação de políticas públicas voltadas para às comunidades pesqueiras que ali se encontram.

Referências

- Aguiar, P. C. B. Cobertura e Uso do Solo em Comunidades Beneficiárias da Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras, Bahia, Brasil. *Revista de Geografia*. 13, N° 2, 2023.
- Aguiar, P. C. B.; Pires, M. M.; Profice, C. C.; Bruno, N. L. Origem e mosaico da paisagem da Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras, Bahia, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, 2022.
- Aguiar, A. O. E; Cançado, A. C. Governança hídrica e conflitos na Reserva Extrativista Marinha Baía de Iguape. *Revista De Gestão Social e Ambiental*, 14(3), 22-38. 2020.
- Araújo Filho, M. C.; Meneses, P. R.; Sano, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 59, n. 2, 2009.
- Braz, A. M.; Braz, A. M.; Boni, P. V.; Garcia, P. H. M.; Pinto, A. L.; Oliveira, I. J. Uso, cobertura e manejo da terra: contribuições teóricometodológicas e subsídios à conservação ambiental na bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho, Selvíria/MS. *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 18, n. 64, p. 310–327, 2017.
- Cavalcante, J. C.; Lima, A. M. M. Análise do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Mocajuba-PA. *InterEspaço: Revista De Geografia e Interdisciplinaridade*, 5 (18), 2019.
- Fernandes, W. A. A.; Pimentel, M. A. S. Dinâmica da Paisagem no Entorno da RESEX Marinha de São João da Ponta/PAF: Utilização de Métricas e Geoprocessamento. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 326–344, 2019.
- Florenzano, T. G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. São Paulo, Oficina de Textos, 2^a edição, 2007.
- Galina, A. B.; Ilha, D. B.; Pagotto, M. A. Dinâmica multitemporal da cobertura e uso do solo do estado de Sergipe. *Revista Scientia Plena*. Vol. 18, nº 6, 2022.
- Genz, F.; Lessa, G.; Camargo; C. M. Vazão mínima para estuários: um estudo de caso no rio Paraguaçu (BA). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 3, p. 73-82, 2008.
- Genz, F. *Avaliação dos efeitos da barragem Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do rio Paraguaçu e Baía de Iguape*. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia. 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico de uso da Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 170 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- IPCC. 2022: *Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 3056 pp.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. SPRING: *Tutorial de Geoprocessamento*. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>. Acesso em: 22 de jun. 2024.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Catálogos de Imagens*. Disponível em: Acesso em: 27 de Dez. 2022.
- Landis, J. R.; Koch, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.
- Oliveira, G.; Mukul,S.A.;
- Leão, S. S.; Araújo, A. N.; Oliveira, L. M. M. Análise Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Reserva Extrativista Marinha Caeté- Taperaçu, Bragança, Pará. *Mares: Revista de Geografia e Etnociências*, 2(2), 17-30. 2021.
- Machado, A. M. B.; Soares, L. S.; Faria, K. M. S. Análise Estrutural da Paisagem da RESEX de Cururupu, Maranhão, Brasil. *REDE - Revista Eletrônica do Prodema*, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 7-16, 2022.

- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Base de Dados. 2010. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/seguranca-quimica/cartas-de-sensibilidade-ao-oleo/base-de-dados.html>.
- Mohamed, M. K.; Adam, E.; Jackson, C. M. The Spatial and Temporal Distribution of Mangrove Forest Cover from 1973 to 2020 in Chwaka Bay and Menai Bay, Zanzibar. *Applied Sciences*, 13, 7962. 2023.
- Muche, M.; Yemata, G.; Molla, E.; Adnew, W.; Muasya, A. M. Land use and cover changes and their impact on ecosystem service values in the northeastern highlands of Ethiopia. *PLoS One*. 18(9), 2023.
- Nababa, I. I; Symeonakis, E.; Koukoulas S.; Higginbottom T. P.; Cavan, G.; Marsden S. Land Cover Dynamics and Mangrove Degradation in the Niger Delta Region. *Remote sensing*. 12(21), 2020.
- Nedd, G.A.; Oyedotun, T.D.T. Simard, M. Assessment of spatiotemporal dynamics of Guyana's mangroves using SAR and GEE. *Terra Syst Environ* 7, 509–524, 2023.
- Paula, D. S.; Escada, M. I. S.; Ortiz, J. O. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra na Amazônia: A expansão da Agricultura de Larga Escala na Bacia do Rio Curuá-Una. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 74, n. 2, p. 379–398, 2022.
- Santana, R. S.; Silva, S. C. P. G. Avaliação do avanço do Desmatamento na Unidade de Conservação Reserva Estadual Extrativista Jaci-Paraná – RO, no período de 1996 a 2016. *Terr@ Plural*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 93–105, 2019.
- Sartorio, L. F.; Varnier, M. J.; Felippe, L. D. S.; Zanotta, D. C.; Freitas, M. W. D.; Grondona, A. E. B. Análise Comparativa Entre o Uso de Bandas Espectrais e o Uso da Análise de Componentes Principais (ACP) na Classificação de Uso e Cobertura da Terra. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 75, 2023.
- Santos, C. A.; Vargas, R.; Carvalho , V. R.; Pinheiro, V. M.; Santos , P. R. A.; Dias, F. F. Spatio-Temporal Evolution of Environmental Dynamics in Guaratiba State Biological Reserve and its Surroundings, Rio de Janeiro, Brazil. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 23, n. 90, p. 120–138, 2022.
- Santos, R. F. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos, 2004.
- Selmy, S.A.H.; Kucher, D. E.; Mozgeris, G.; Moursy, A. R. A.; Jimenez-Ballesta, R.; Kucher, O.D.; Fadl, M. E.; Mustafa, A. A. Detecting, Analyzing, and Predicting Land Use/Land Cover (LULC) Changes in Arid Regions Using Landsat Images, CA-Markov Hybrid Model, and GIS Techniques. *Remote Sens*, 15, 5522, 2023.
- Silva, T. R.; Couto, G. A.; Campos, V. P.; Medeiros, Y. D. P. Influência do regime de vazão da usina hidrelétrica de Pedra do Cavalo no comportamento espacial e temporal da salinidade no trecho fluvioestuarino do baixo curso do rio Paraguaçu à Baía do Iguape. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 2, p. 310-319, 2015.
- Silva, T. M.; Caldeira, C. R. T.; Caldeira, M. C. O.; Balieiro, C. P. P.; Ferreira, M. E. Classificação de uso e cobertura da terra e o monitoramento de áreas em restauração florestal por RPAS. *Revista Cerrados*, [S. l.], v. 19, n. 01, p. 84–112, 2021.
- Silva, J. F.; Gomes. M. B.; Candeias, A. L. B.; Rodrigues, G. G. Análise das dinâmicas vegetacionais e impactos na zona de borda da reserva extrativista marinha Acaú-Goiana (Pernambuco / Paraíba - Brasil) e sua área de entorno. *Revista GeoNordeste*, São Cristóvão, n. 1, p. 188-207, 2020.
- Sousa, E. R.; Castro, A. C. L; Azevedo, J. W. J; Araujo, G. M. C. Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra em áreas propostas para a implantação de unidades de conservação no município de Bacabeira-MA. *Revista Espacios*. Vol. 37 (Nº 12), 2016.
- Souza, Y. G.; Souza, A. C. D.; Saldanha, D. S.; Costa, D. F. S. Serviço de regulação e manutenção do carbono na biomassa acima do solo em um manguezal Semiárido Brasileiro. *GeoUERJ*, Rio de Janeiro, n. 42, 2023.
- Souza Filho, C. R.; Crósta, A. P. Geotecnologias Aplicadas à Geologia. *Revista Brasileira de Geociências*. Campinas, São Paulo. Volume 33, p.1-4, 2003.

-
- Souza, I. S. *Dinâmica da paisagem costeira e os impactos da elevação do nível médio do mar na reserva extrativista marinha da baía do Iguape, no Recôncavo Baiano*. 2023. 210 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023.
- Souza, A. P. S.; Souza, I. S.; Olavo, G.; Lobão, J. S. B.; São José, R.V. Detecção remota do avanço da carcinicultura sobre os manguezais na Bahia: estudo de caso nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 14, 2242-2252. 2021.
- Souza, A. P. S.; Souza, I. S.; Olavo, G.; Lobão, J. S. B.; São José, R.V. Mapeamento e identificação de vetores responsáveis pela supressão do manguezal na Zona Costeira do Baixo Sul da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 12, 2503-2521, 2019.
- Su, Y., Feng, G.; Ren, J. Spatio-temporal evolution of land use and its eco-environmental effects in the Caohai National Nature Reserve of China. *Scientific Reports*. 13:20150. 2023.
- Unidades de Conservação no Brasil. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/258>. Acesso em: 21 de out. 2023.
- USGS. United States Geological Survey. *Earth Explorer*. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 02 Jan. 2022.
- Zhang, C.; Li, X. Land Use and Land Cover Mapping in the Era of Big Data. *Land*, 11(10):1692. 2022.
- Zhu, Z.; Qiu, S.; Ye, S. Remote sensing of land change: A multifaceted perspective, *Remote Sensing of Environment*, Volume 282, 2022.