



HAL
open science

As mudanças na Paisagem da RESEX Marinha Araí-Peroba: uma perspectiva temporal de 1990 a 2022

Tatiana Rocha De Azevedo, Roberta de Fátima Rodrigues Coelho, François
Laurent

► To cite this version:

Tatiana Rocha De Azevedo, Roberta de Fátima Rodrigues Coelho, François Laurent. As mudanças na Paisagem da RESEX Marinha Araí-Peroba: uma perspectiva temporal de 1990 a 2022. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 2024, 17 (9), pp.e10928. 10.55905/revconv.17n.9-324. halshs-04745745

HAL Id: halshs-04745745

<https://shs.hal.science/halshs-04745745v1>

Submitted on 21 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License



As mudanças na Paisagem da RESEX Marinha Araí-Peroba: uma perspectiva temporal de 1990 a 2022

Landscape changes in the Marine Conservation Unit Araí-Peroba: a temporal perspective from 1990 to 2022

Cambios en el paisaje de la Unidad de Conservación Marina Araí-Peroba: una perspectiva temporal

DOI: 10.55905/revconv.17n.9-324

Originals received: 08/16/2024

Acceptance for publication: 09/06/2024

Tatiana Rocha de Azevedo

Doutoranda em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares

Instituição: Instituto Federal do Pará – campus Castanhal

Endereço: Castanhal – Pará, Brasil

E-mail: tatiana.azevedo@ifpa.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5046-7368>

Roberta de Fátima Rodrigues Coelho

Doutora em Ciências Agrárias

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Belém – Pará, Brasil

E-mail: roberta.coelho@ifpa.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7893-0860>

François Laurent

PhD em Geografia

Instituição: Le Mans Université

Endereço: Le Mans – Maine, França

E-mail: francois.laurent@univ-lemans.fr

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5583-768X>

RESUMO

A conservação de áreas costeiras e marinhas é essencial devido aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e à exploração insustentável dos recursos naturais. Neste contexto, as Reservas Extrativistas (RESEX) surgem como uma importante estratégia para proteger a biodiversidade e garantir os meios de vida das comunidades tradicionais. Este estudo analisa e quantifica as mudanças na paisagem da RESEX Marinha Araí-Peroba, localizada no nordeste do Pará, Brasil, ao longo do período de 1990 a 2022. Utilizando dados de geoprocessamento do Projeto MapBiomass e a plataforma Google Earth Engine, foram mapeados anualmente o uso e cobertura do solo, aplicando algoritmos de classificação como random forest e redes neurais convolucionais U-Net. Os resultados mostram significativas transformações nas formações florestais, mangues, áreas alagáveis e de pastagem, refletindo tanto as pressões ambientais quanto



as intervenções humanas. A análise evidencia a necessidade de estratégias de gestão integradas que considerem tanto o conhecimento científico quanto os saberes tradicionais das comunidades locais. As conclusões destacam a importância de políticas públicas robustas e a participação ativa das comunidades na conservação sustentável da RESEX.

Palavras-chave: conservação ambiental, mudança de uso da terra, Amazônia, reserva extrativista, MapBiomias, sustentabilidade.

ABSTRACT

The conservation of coastal and marine areas is critical in addressing the challenges posed by climate change and unsustainable resource exploitation. In this context, Marine Conservation Units have emerged as a vital strategy for preserving biodiversity and sustaining the livelihoods of traditional communities. This study provides a comprehensive analysis and quantification of landscape changes within the Marine Conservation Unit Araí-Peroba, located in northeastern Pará, Brazil, from 1990 to 2022. Utilizing geospatial data from the MapBiomias Project and the Google Earth Engine platform, annual mapping of land use and land cover was conducted employing classification algorithms such as Random Forest and U-Net convolutional neural networks. The findings reveal significant transformations in forest formations, mangroves, wetlands, and pasturelands, reflecting both environmental pressures and human interventions. The analysis underscores the necessity for integrated management strategies that incorporate scientific knowledge alongside traditional ecological knowledge of local communities. The conclusions highlight the importance of robust public policies and the active participation of local communities in the sustainable conservation of the Marine Conservation Unit.

Keywords: environmental conservation, land use change, Amazon, marine conservation unit, MapBiomias, sustainability.

RESUMEN

La conservación de las zonas costeras y marinas es fundamental debido a los desafíos que presentan el cambio climático y la explotación insostenible de los recursos naturales. En este contexto, las Unidades de Conservación se han consolidado como una estrategia clave para preservar la biodiversidad y asegurar los medios de vida de las comunidades tradicionales. Este estudio examina y cuantifica las transformaciones en el paisaje de la Unidad de Conservación Marina Araí-Peroba, situada en el noreste del estado de Pará, Brasil, durante el período comprendido entre 1990 y 2022. Utilizando datos de geoprociamiento del Proyecto MapBiomias y la plataforma Google Earth Engine, se realizó un mapeo anual del uso del suelo y la cobertura terrestre, empleando algoritmos de clasificación como Random Forest y redes neuronales convolucionales U-Net. Los resultados evidencian cambios significativos en las formaciones forestales, los manglares, los humedales y los pastizales, reflejando tanto las presiones ambientales como las intervenciones humanas. El análisis subraya la necesidad de implementar estrategias de gestión integradas que incorporen tanto el conocimiento científico como el conocimiento tradicional de las comunidades locales. Las conclusiones destacan la importancia de establecer políticas públicas robustas y promover la participación activa de las comunidades en la conservación sostenible de la RESEX.

Palabras clave: conservación ambiental, cambio en el uso del suelo, Amazonía, reserva extractiva, MapBiomias, sostenibilidad.



1 INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UC) foram criadas como uma resposta à necessidade de proteger áreas naturais contra a degradação ambiental. O conceito de parque nacional foi implementado pela primeira vez em Yellowstone, Estados Unidos, em 1872, com o objetivo de preservar paisagens e biodiversidade para as futuras gerações (Souza, 2020). Esse modelo se expandiu globalmente, com países como Canadá e Austrália adotando medidas similares. No século XX, conferências internacionais, como a Conferência de Estocolmo em 1972 e a Eco-92 no Rio de Janeiro, reforçaram a importância das áreas protegidas como parte da estratégia de desenvolvimento sustentável segundo o Ministério das Relações Exteriores (2006).

No Brasil, a criação de Unidades de Conservação começou em 1937 com o Parque Nacional de Itatiaia. Desde então, o país estabeleceu várias outras UCs, destacando-se na conservação da biodiversidade (Ferreira, 2019). Em 1981, a Política Nacional de Meio Ambiente foi instituída, estabelecendo diretrizes para a criação e gestão das UCs, culminando na Lei nº 9.985 de 2000, que formalizou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Brasil; 2000).

Na década de 1980, movimentos sociais na Amazônia, liderados por figuras como Chico Mendes, começaram a lutar pela criação de áreas protegidas que reconhecessem os direitos das comunidades tradicionais (Almeida, 2022). Esses movimentos resultaram na criação das Reservas Extrativistas (RESEX), um modelo de UC que integra a conservação ambiental com a preservação dos modos de vida tradicionais dos seringueiros e outras populações extrativistas (Pereira, 2020). A partir dos anos 2000, a ideia das RESEX foi expandida para áreas marinhas, reconhecendo a importância das comunidades tradicionais de pescadores na conservação dos recursos marinhos. As RESEX marinhas visam garantir a sustentabilidade da pesca artesanal e a proteção dos ecossistemas costeiros, promovendo a conservação ambiental em sinergia com a manutenção das tradições culturais e econômicas dessas comunidades (Carvalho, 2021).

Desde a criação do SNUC, o Brasil tem buscado implementar áreas protegidas que conciliem a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. As RESEX, em particular, são áreas destinadas a populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência se baseia no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de pequenos animais. Esses territórios são geridos por Conselhos Deliberativos compostos por representantes de órgãos



públicos, organizações da sociedade civil e populações tradicionais, visando assegurar uma gestão participativa e inclusiva.

A conservação de áreas costeiras e marinhas tem ganhado crescente relevância no cenário global devido aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e à exploração insustentável dos recursos naturais. Neste contexto, as Reservas Extrativistas (RESEX) surgem como uma importante estratégia para proteger a biodiversidade e garantir os meios de vida das comunidades tradicionais. A RESEX Marinha Araí-Peroba, localizada no nordeste do Pará, exemplifica essas complexidades, enfrentando desafios significativos em sua gestão, incluindo conflitos territoriais e a necessidade de integrar saberes locais nas estratégias de conservação.

Entretanto, a RESEX Marinha Araí-Peroba enfrenta desafios específicos, como a marginalização histórica da pesca de pequena escala e a invasão de áreas de pesca por embarcações comerciais, resultando em impactos significativos nos estoques pesqueiros e na sustentabilidade socioeconômica das comunidades locais. Estudos como os de Santos *et al.*, (2016) destacam que a criação da RESEX foi impulsionada pela união dos pescadores artesanais locais em resposta às ameaças à sua subsistência. Apesar de sua importância, a RESEX Marinha Araí-Peroba permanece pouco estudada, especialmente em relação às dinâmicas territoriais e aos desafios de gestão enfrentados. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar e quantificar multitemporalmente o uso e cobertura do solo no território da RESEX Marinha Araí-Peroba nos anos de 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022.

2 METODOLOGIA

A pesquisa concentra-se na RESEX Marinha Araí-Peroba, uma Unidade de Conservação situada no município de Augusto Corrêa, no nordeste do Pará. A RESEX Marinha Araí-Peroba foi criada pelo decreto de 20 de maio de 2005, com uma área inicial de aproximadamente 11.469,953 hectares. Em 10 de outubro de 2014, houve uma expansão para 50.555 hectares, totalizando 62.577,06 hectares (ICMBIO, 2024). A localização geográfica da área de estudo é de latitude 1° 1' 27" Sul e longitude 46° 39' 14" Oeste, limitando-se ao norte com o Oceano Atlântico, a Leste com o município de Viseu, a oeste com Bragança e ao sul com os municípios de Viseu e Bragança (IBGE, 2024). A RESEX Mar Araí-Peroba foi criada pelo decreto de 20 de maio de 2005 e com uma área aproximada de 11.469,953 hectares e com acresção aos limites



A metodologia usada neste trabalho seguiu uma abordagem sistemática de classificação supervisionada para mapeamento do uso e cobertura do solo, conforme delineado por (Richards, 2013). A primeira etapa envolveu a coleta de imagens de satélite de alta resolução, como as fornecidas pelos satélites Landsat 5 TM - Thematic Mapper referente aos meses de agosto para os anos de 2005, 2010, 2015, 2020 e 2022 cobrindo assim desde a criação da RESEX Marinha Araí-Peroba no ano de 2005 até a sua expansão territorial ocorrida no ano de 2015. As imagens Landsat 5 TM são amplamente utilizadas em estudos de sensoriamento remoto devido à sua disponibilidade e resolução adequada para análises de uso da terra (Hansen *et al.*, 2013).

Após a aquisição das imagens, realizou-se o pré-processamento, que incluiu correções atmosféricas, geométricas e o recorte das áreas de interesse, conforme descrito por (Lu e Weng, 2007). A segunda etapa consistiu na seleção das áreas de treinamento, no qual foi utilizado os algoritmos das classes da plataforma MapBiomas (Figura 3).

Figura 3. Classificação do Uso e cobertura do Solo Coleção 8 do MAPBIOMAS.

COLEÇÃO 8 - CLASSES	ID	COD	COR
1. Floresta	1	#32a65e	
1.1 Formação Florestal	3	#1f8d49	
1.2. Formação Savânica	4	#7dc975	
1.3. Mangue	5	#04381d	
1.4. Floresta Alagável (beta)	6	#026975	
1.5. Restinga Arbórea	49	#02d659	
2. Formação Natural não Florestal	10	#ad975a	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	11	#519799	
2.2. Formação Campestre	12	#d6bc74	
2.3. Apicum	32	#fc8114	
2.4. Afloramento Rochoso	29	#ffaa5f	
2.5. Restinga Herbácea	50	#ad5100	
2.6. Outras Formações não Florestais	13	#d89f5c	
3. Agropecuária	14	#ffffb2	
3.1. Pastagem	15	#edde8e	
3.2. Agricultura	18	#e974ed	
3.2.1. Lavoura Temporária	19	#c27ba0	
3.2.1.1. Soja	39	#f5b3c8	
3.2.1.2. Cana	20	#db7093	
3.2.1.3. Arroz	40	#c71585	
3.2.1.4. Algodão (beta)	62	#ff69b4	
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	41	#f54ca9	
3.2.2. Lavoura Perene	36	#d082de	
3.2.2.1. Café	46	#d68fe2	
3.2.2.2. Citrus	47	#9932cc	
3.2.2.3. Dendê (beta)	35	#9065d0	
3.2.2.4. Outras Lavouras Perenes	48	#e6ccff	
3.3. Silvicultura	9	#7a5900	
3.4. Mosaico de Usos	21	#ffefc3	
4. Área não Vegetada	22	#d4271e	
4.1. Praia, Duna e Areal	23	#ffa07a	
4.2. Área Urbanizada	24	#d4271e	
4.3. Mineração	30	#9c0027	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	25	#db4d4f	
5. Corpo D'água	26	#0000ff	
5.1 Rio, Lago e Oceano	33	#2532e4	
5.2 Aquicultura	31	#091077	
6. Não observado	27	#ffffff	

Fonte: MAPBIOMAS, 2024. Modificado pelos autores.

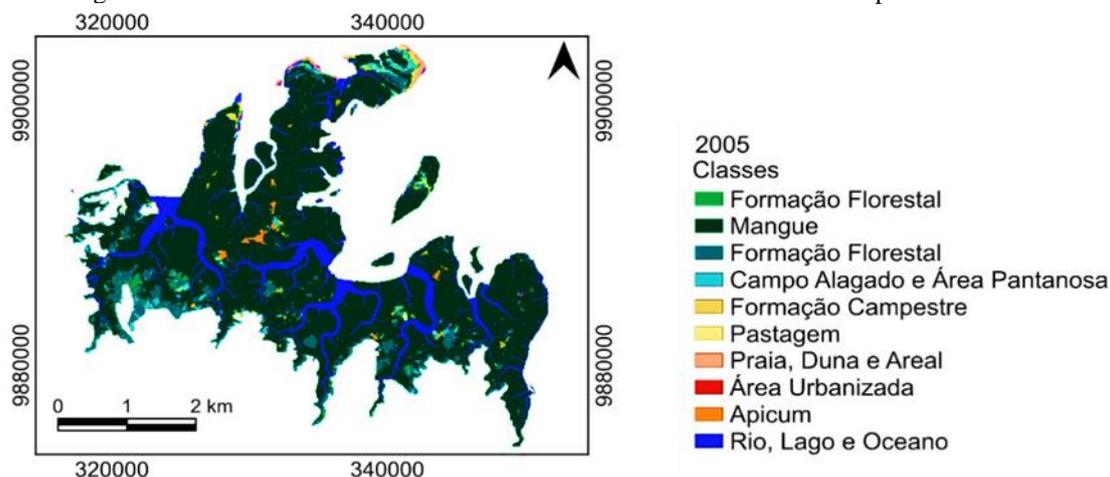


Optou-se pelo uso do algoritmo Random Forest devido à sua robustez contra overfitting e à capacidade de lidar com grandes volumes de dados complexos. As redes neurais U-Net foram selecionadas pela sua eficiência em segmentação de imagens, particularmente em detecção de padrões espaciais em dados geoespaciais. A escolha desses métodos se justifica pela necessidade de precisão e pela natureza não linear dos dados de uso e cobertura do solo como apontado por (BREIMAN, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos dados obtidos a partir do geoprocessamento para o ano de 2005, a RESEX Marinha Araí-Peroba apresentava 4,468 km² de formação florestal, uma área considerável de vegetação densa e madura. Os manguezais cobriam 297,832 km², representando assim o maior ecossistema. A floresta alagável ocupava 29,664 km², composta por vegetação adaptada a áreas periodicamente alagadas, enquanto os campos alagados e áreas pantanosas totalizavam 7,538 km². A formação campestre, com vegetação herbácea e arbustiva, ocupava 1,334 km², e as pastagens utilizadas para criação de gado abrangiam 2,178 km². Áreas costeiras, como praias, dunas e areais, cobriam 2,099 km², e as áreas urbanizadas eram mínimas, apenas 0,009 km². Os apicuns, áreas salinas costeiras, ocupavam 2,898 km², e corpos d'água, como rios, lagos e oceano, abrangiam 48,087 km² (Figura 4).

Figura 4. Análises do uso e cobertura do solo na RESEX Mar Araí-Peroba para o ano de 2005.

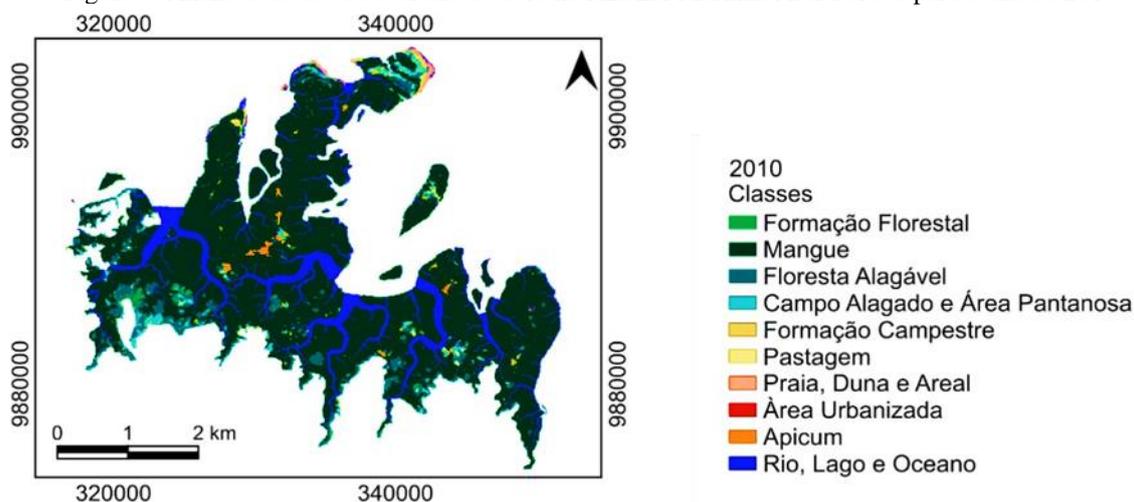


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024



Em 2010, observou-se uma redução na formação florestal para 4,109 km², indicando possível degradação ou desmatamento. Os manguezais mostraram uma leve diminuição para 297,070 km², mantendo relativa estabilidade. A área de floresta alagável reduziu-se para 27,223 km², e os campos alagados aumentaram para 9,209 km², possivelmente devido a mudanças hidrológicas. A formação campestre diminuiu ligeiramente para 1,275 km², enquanto as pastagens aumentaram para 2,781 km², refletindo a expansão agropecuária. As áreas costeiras reduziram-se para 1,900 km², talvez devido à erosão. A área urbanizada aumentou para 0,010 km² e os apicuns reduziram-se para 2,861 km². Os corpos d'água aumentaram para 49,581 km², indicando mudanças hidrológicas (Figura 5).

Figura 5. Análises do uso e cobertura do solo na RESEX Marinha Araçá-Peroba para o ano de 2010.

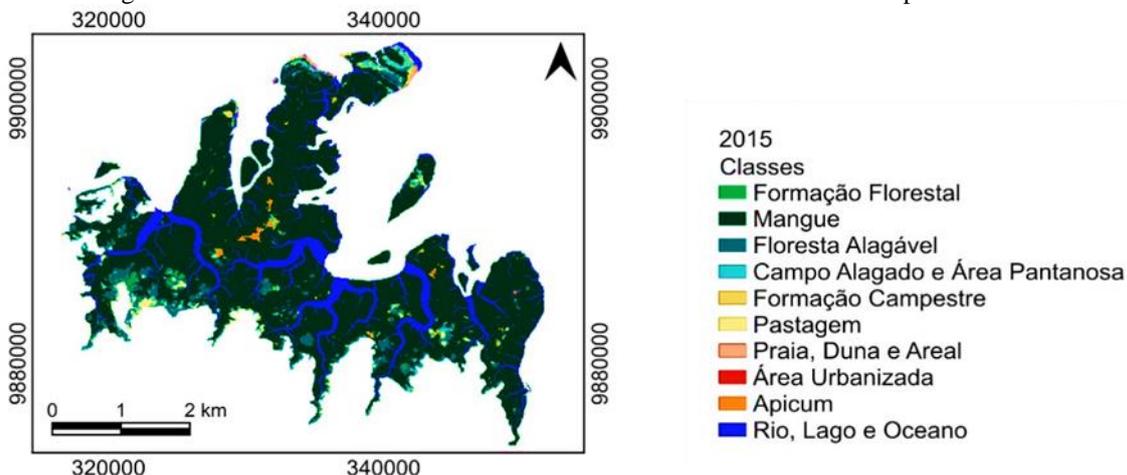


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Em 2015, a formação florestal recuperou-se para 4,469 km², sugerindo esforços de recuperação ou sucessão natural. Os manguezais aumentaram ligeiramente para 297,833 km². A floresta alagável também aumentou para 29,665 km², enquanto os campos alagados reduziram-se para 7,538 km². A formação campestre manteve-se estável em 1,334 km², e as pastagens reduziram-se para 2,178 km². As áreas costeiras aumentaram para 2,099 km², e a área urbanizada permaneceu estável em 0,009 km². Os apicuns mantiveram-se em 2,898 km², e os corpos d'água permaneceram estáveis em 48,087 km² (Figura 6).



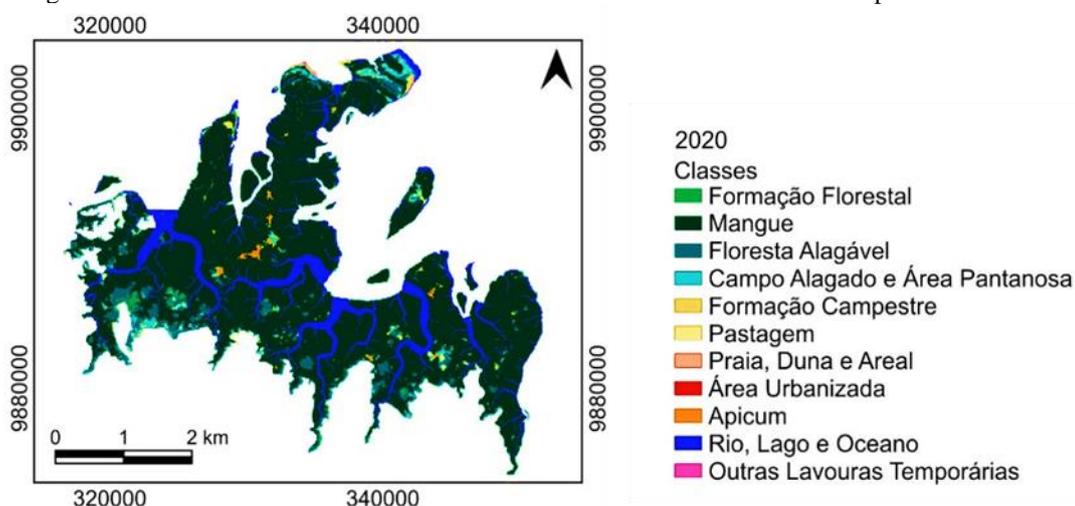
Figura 6. Análises do uso e cobertura do solo na RESEX Mar Araí-Peroba para o ano de 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Em 2020, a formação florestal aumentou significativamente para 4,877 km², indicando uma recuperação forte. Os manguezais reduziram-se ligeiramente para 297,334 km². A floresta alagável diminuiu para 28,820 km², enquanto os campos alagados aumentaram para 8,043 km². A formação campestre reduziu-se para 0,889 km², mostrando uma tendência de diminuição. As pastagens aumentaram para 4,004 km², possivelmente devido à expansão agrícola. As áreas costeiras reduziram-se drasticamente para 0,720 km², talvez devido à erosão. A área urbanizada aumentou ligeiramente para 0,015 km², e os apicuns reduziram-se para 2,116 km². Os corpos d'água aumentaram para 49,193 km² (Figura 7).

Figura 7. Análises do uso e cobertura do solo na RESEX Marinha Araí-Peroba para o ano de 2020.

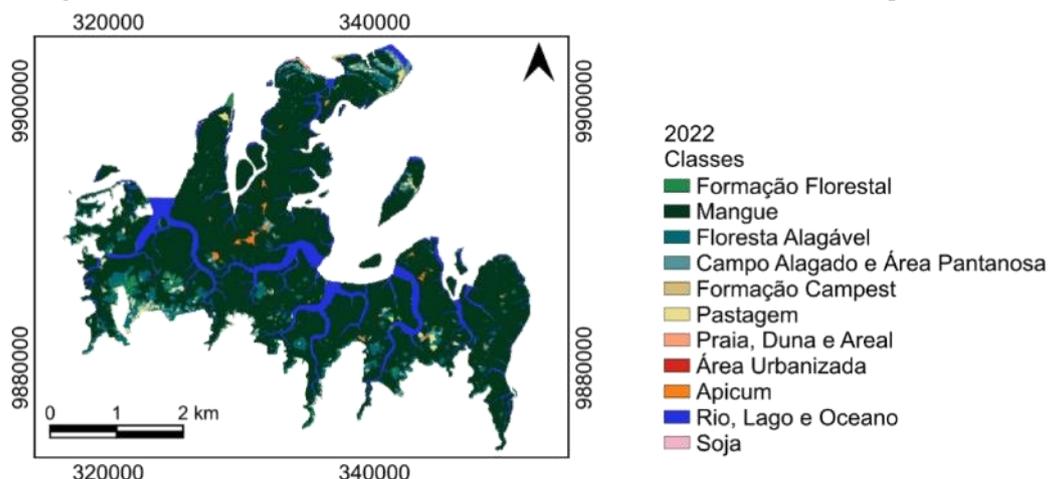


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.



Em 2022, a formação florestal continuou a aumentar para 6,904 km², refletindo uma recuperação contínua. Os manguezais aumentaram ligeiramente para 299,540 km², mantendo-se relativamente estáveis. A floresta alagável reduziu-se para 27,978 km², mostrando uma tendência de diminuição. Os campos alagados reduziram-se para 7,761 km². A formação campestre diminuiu drasticamente para 0,256 km². As pastagens aumentaram significativamente para 6,696 km², indicando uma expansão agrícola. As áreas costeiras mantiveram-se quase estáveis em 0,701 km². A área urbanizada aumentou ligeiramente para 0,016 km², e os apicuns reduziram-se para 2,006 km². Os corpos d'água reduziram-se para 44,253 km², refletindo possíveis alterações hidrológicas. A soja surgiu como uma nova classe com 0,014 km², indicando a introdução da agricultura de soja, e outras lavouras temporárias apareceram brevemente em 2020 com 0,013 km² e desapareceram em 2022, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8. Análises do uso e cobertura do solo na RESEX Marinha Araí-Peroba para o ano de 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A Tabela 1 apresenta uma análise detalhada das mudanças no uso e cobertura do solo na RESEX Marinha Araí-Peroba entre os anos de 2005 a 2022. Observa-se uma significativa expansão da formação florestal e das áreas de pastagem, enquanto a floresta alagável e as formações campestres apresentam uma redução contínua. Alterações nos campos alagados e áreas costeiras refletem a dinâmica ambiental e a influência de atividades humanas. Essas variações ressaltam a complexidade das interações ecológicas e a necessidade de estratégias de manejo adaptativas para garantir a sustentabilidade da RESEX.



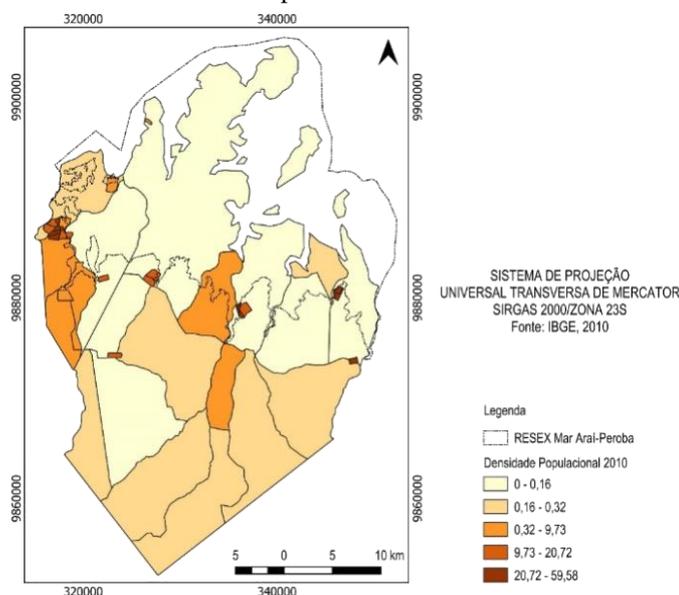
Tabela 1. Quantificação das classes de uso e cobertura do solo por ano e o percentual de mudança por classes.

Classes	2005	2010	2015	2020	2022	Mudança (Km ²)	Mudança (%)
Formação Florestal	4,468647	4,108906	4,468647	4,877484	6,903818	-11,019866	-246,60
Mangue	297,832726	297,069503	297,832726	297,333730	299,540381	-890,528304	-299,00
Floresta Alagável	29,664817	27,223397	29,664817	28,820362	27,977693	-87,3957	-294,61
Campo Alagado e Área Pantanosa	7,537606	9,208662	7,537606	8,042850	7,760770	-24,565954	-325,91
Formação Campestre	1,333631	1,274716	1,333631	0,889088	0,256193	-4,574873	-343,04
Pastagem	2,178086	2,780630	2,178086	4,003572	6,695829	-4,444545	-204,06
Praia, Duna e Areal	2,098639	1,899577	2,098639	0,720375	0,700737	-6,116493	-291,45
Área Urbanizada	0,008927	0,009819	0,008927	0,015175	0,016068	-0,02678	-299,99
Apicum	2,898461	2,860969	2,898461	2,116493	2,005803	-8,768581	-302,53
Rio, Lago e Oceano	48,087496	49,580914	48,087496	49,192607	44,252637	-150,695876	-313,38
Soja	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,014283	0,014283	
Outras Lavouras Temporárias	0,0000000	0,0000000	0,000000	0,013390	0,000000	-0,01339	
<i>Total de Raster</i>	369,109036	396,017092	396,109036	396,026019	396,123319		

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

A análise da densidade populacional nos territórios de Augusto Corrêa e da RESEX Marinha Araí-Peroba, com base em dados do Censo Demográfico do IBGE, revelou padrões visíveis de concentração populacional ao longo dos anos de 2010 e 2022. Em 2010, as áreas centrais de Augusto Corrêa apresentavam uma maior concentração de habitantes, com densidade mais expressiva nas regiões urbanizadas. Já nas áreas próximas à RESEX, a ocupação humana era menos densa, marcada por dispersão populacional em pequenos núcleos rurais.

Figura 9. Mapa temático da densidade populacional no município de Augusto Corrêa e RESEX Marinha Araí-Peroba para o ano de 2010.

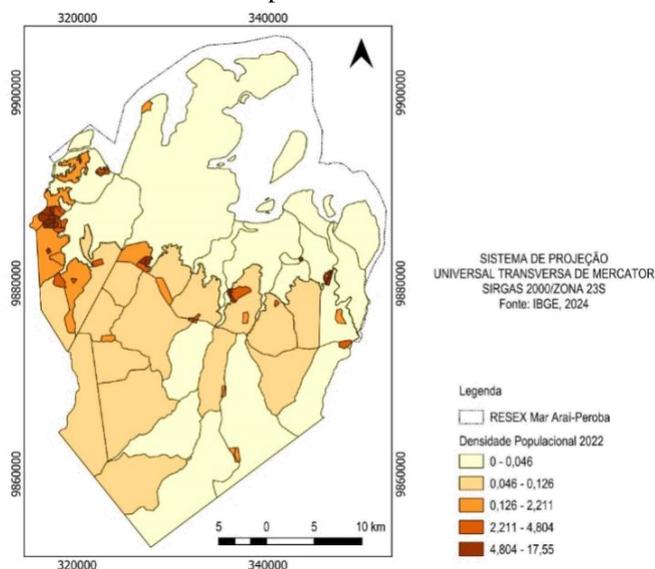


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.



Em 2022, as áreas urbanizadas experimentaram um crescimento populacional perceptível, resultando em uma expansão das zonas residenciais ao redor das áreas protegidas. Essa concentração crescente nas regiões urbanas, aliada à pressão sobre os recursos naturais da RESEX, sugere uma demanda crescente por recursos, como a pesca artesanal e a agricultura de subsistência, o que exige uma abordagem sustentável para o manejo da reserva. As regiões mais afastadas e rurais da RESEX, por outro lado, continuam a apresentar menor densidade de ocupação, destacando a importância de estratégias que equilibrem o desenvolvimento urbano com a conservação Ambiental (Figura 10).

Figura 10. Mapa temático da densidade populacional no município de Augusto Corrêa e RESEX Marinha Araí-Peroba para o ano de 2010



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

A variação na densidade populacional é um fator crítico para a gestão de áreas protegidas, como a RESEX Marinha Araí-Peroba, pois o aumento da população nas proximidades pode intensificar o uso dos recursos naturais, especialmente no que tange à pesca artesanal e a agricultura de subsistência. Esse aumento populacional pode levar à sobre-exploração dos ecossistemas locais e à degradação dos recursos pesqueiros, como já identificado em outros estudos sobre reservas extrativistas (Santos *et al.*, 2016). Além disso, o crescimento das áreas urbanizadas e a proximidade com a RESEX

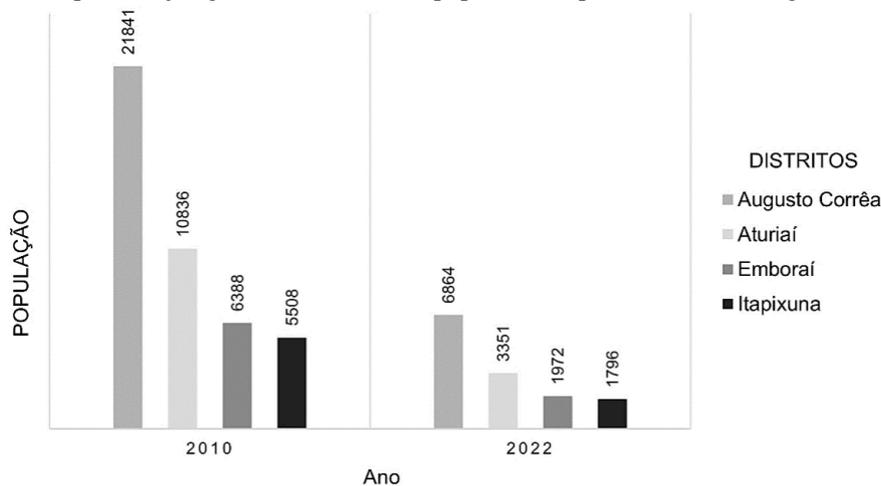
A execução de políticas socioambientais nas Unidades de Conservação (UCs) da Amazônia, como o Programa Bolsa Verde, que busca equilibrar a conservação ambiental com a



melhoria das condições de vida das populações locais, são políticas essenciais para comunidades tradicionais que dependem dos recursos naturais, mas frequentemente enfrentam desafios complexos, dentre os quais segundo (Moreira *et al.*, 2021) destacam que, embora o Programa Bolsa Verde tenha proporcionado benefícios econômicos, especialmente para as mulheres, ele também apresenta contradições. Dentre elas, a transferência de responsabilidade pela preservação ambiental para essas comunidades sem o devido suporte, o que pode intensificar os conflitos socioambientais.

Entre os anos de 2010 e 2022, os distritos de Augusto Corrêa, Aturiaí, Emboraí e Itapixuna, representada na figura 11, apresentaram uma significativa redução populacional, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Em 2010, Augusto Corrêa destacava-se como o distrito mais populoso, com 21.841 habitantes. No entanto, até 2022, sua população caiu drasticamente para 6.864 pessoas. De forma similar, Aturiaí passou de 10.836 habitantes em 2010 para 3.351 em 2022. Emboraí e Itapixuna também sofreram uma expressiva diminuição populacional: Emboraí reduziu-se de 6.388 para 1.972, enquanto Itapixuna passou de 5.508 para 1.796 habitantes.

Figura 11. Representação gráfica da densidade populacional por distritos em Augusto Corrêa-Pa.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

O declínio populacional pode estar associado à migração para áreas urbanizadas maiores em busca de melhores oportunidades econômicas. Essa migração, por outro lado, pode aliviar a pressão sobre os recursos naturais da RESEX Marinha Araí-Peroba, mas por outro lado, gera novos desafios para a sustentabilidade das práticas dos saberes tradicionais e para o



desenvolvimento socioeconômico dessas áreas. O envolvimento das comunidades locais nas políticas de gestão da RESEX Marinha Araí-Peroba, junto com a promoção de alternativas econômicas sustentáveis, é essencial para garantir o equilíbrio entre conservação e desenvolvimento regional (Arruda, 1999; Diegues, 2000)

Outro ponto crítico é a desigualdade na distribuição dos recursos sociais, como por exemplo o Programa Bolsa Família (PBF) que para o ano 2010 totalizou 12.778.220 famílias beneficiadas e em 2022 período da Pandemia do Covid-19, o total de beneficiários do PBF sem o auxílio emergencial foi de 2.899 famílias e o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) no ano de 2010 foi de 21.625.970,28 milhões de reais e em 2022 totalizou 20.731.054,04 milhões (CGU, 2024 e MDA, 2024). Para (Teisserenc *et al.*, 2016 e Silva, 2018), o discurso que retrata as comunidades como "guardiãs da floresta" pode impor uma carga desproporcional sobre elas, sem garantir os meios necessários para desempenhar essa função adequadamente.

A análise comparativa dos dados de densidade populacional oferece percepções valiosas para a formulação de políticas públicas e iniciativas de conservação que conciliem o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental, promovendo a sustentabilidade a longo prazo. Para (Martinez *et al.*, 2012), discutem como as mudanças demográficas impactam o desenvolvimento local, com foco na regeneração e nas dinâmicas sociais. Este estudo ressalta a importância de políticas públicas que integrem abordagens multi-setoriais para enfrentar os desafios trazidos pela mudança demográfica e pelo encolhimento populacional.

Os resultados obtidos no geoprocessamento referente ao uso e cobertura do solo, indicam tendências significativas nas mudanças de uso e cobertura do solo na RESEX Marinha Araí-Peroba, com implicações importantes para a gestão e conservação da área. A seguir, discutimos essas mudanças à luz da literatura existente e suas implicações para a gestão da RESEX Marinha Araí-Peroba.

O crescimento da área de formação florestal, especialmente entre 2020 e 2022, sugere um sucesso nas políticas de conservação e reflorestamento implementadas na região. Esta recuperação pode estar associada a iniciativas de manejo sustentável e à participação ativa das comunidades locais em práticas de conservação. Estudos similares indicam que a regeneração florestal é um indicativo positivo da eficácia das estratégias de manejo e da resiliência dos ecossistemas (Pereira, 2020). No entanto, é crucial continuar monitorando essas áreas para garantir que essa tendência se mantenha e para identificar possíveis ameaças futuras.



Nossos achados sobre a estabilidade dos manguezais ao longo do período estudado corroboram os resultados de estudos como o de (Duke *et al.*, 2007 e Carvalho, 2021), que destacam a resiliência desses ecossistemas frente a pressões ambientais. No entanto, a ligeira variação observada em 2022 sugere a necessidade de monitoramento contínuo. Uma limitação do nosso estudo é a resolução temporal das imagens de satélite, que pode não capturar variações sazonais mais sutis.

A redução das áreas de floresta alagável e campo alagado pode estar relacionada a mudanças hidrológicas, pressões antropogênicas ou variações climáticas. A diminuição desses habitats sugere a vulnerabilidade destes ecossistemas e a necessidade urgente de estratégias de conservação específicas para protegê-los. A literatura aponta que a perda de áreas alagáveis impacta negativamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos por esses ambientes (Almeida, 2022). Estudos diversos reforçam essa visão, mostrando que essas áreas desempenham papéis fundamentais, como na regulação dos ciclos hídricos, purificação da água e fornecimento de habitat para inúmeras espécies (Zedler e Kercher, 2005; Junk *et al.*, 2013; Zedler e Kercher, 2005). A destruição dessas zonas resulta em uma diminuição significativa da biodiversidade e compromete a capacidade desses ecossistemas de prestar serviços essenciais.

De acordo com (Davidson, 2014; Mitsch e Gosselink, 2015) alerta que a perda das áreas alagáveis tem ocorrido de forma acelerada em todo o mundo, intensificando os impactos ecológicos e sociais. Diante disso, a implementação de medidas de gestão adaptativa torna-se essencial para mitigar esses impactos e promover a resiliência dos ecossistemas alagáveis. Medidas de gestão adaptativa devem ser consideradas para mitigar esses efeitos e promover a resiliência desses ecossistemas.

A expansão das pastagens, por outro lado, levanta questões sobre o impacto da intensificação agrícola nas práticas tradicionais de uso do solo. Estima-se que o aumento da atividade agropecuária possa estar associado a uma pressão crescente sobre os recursos naturais locais, o que demanda estratégias de manejo adaptativas para mitigar os impactos (Lambin e Meyfroidt, 2011; Siqueira e Valentim, 2014). A participação das comunidades locais, integrando seus saberes tradicionais às práticas de conservação, é essencial para garantir a sustentabilidade a longo prazo (Santos *et al.*, 2016). Compreender as motivações por trás dessas mudanças é essencial para desenvolver estratégias de manejo adequadas que conciliem conservação e desenvolvimento sustentável (Nepstad *et al.*, 2006; Sparovek *et al.*, 2012)



O leve aumento das áreas urbanizadas sugere um crescimento populacional na região, refletindo a expansão de infraestruturas e assentamentos. Este crescimento deve ser gerido de forma sustentável para minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente e as comunidades tradicionais. A gestão urbana deve incorporar práticas de planejamento sustentável para preservar áreas naturais e recursos (Gonçalves, 2019). A implementação de zonas de amortecimento e a promoção de práticas de construção sustentável podem ajudar a mitigar os impactos da urbanização.

As mudanças nas áreas de apicum e nas formações de praia, duna e areal refletem a dinâmica costeira natural e possivelmente a intervenção humana. A erosão costeira e a subida do nível do mar são fatores que devem ser monitorados e mitigados através de políticas de gestão costeira eficazes. Esses ambientes são cruciais para a proteção contra tempestades e a manutenção da biodiversidade costeira (Silva, 2018). Estratégias como a restauração de dunas e a proteção de habitats costeiros são essenciais para a resiliência dessas áreas.

Os dados deste estudo têm várias implicações para a gestão da RESEX Marinha Araí-Peroba, tais como a incorporação dos saberes tradicionais das comunidades locais nas estratégias de conservação pode aumentar a eficácia das políticas de manejo e também para a gestão da Resex. As práticas tradicionais de uso do solo muitas vezes promovem a sustentabilidade e a resiliência dos ecossistemas (Santos *et al.*, 2016). Incentivar a participação comunitária e valorizar o conhecimento local são passos fundamentais para a gestão eficaz da RESEX.

O monitoramento contínuo permite uma gestão adaptativa e proativa (MAPBIOMAS, 2023). Ferramentas de geoprocessamento e análise de dados em tempo real podem fornecer informações críticas para a tomada de decisões informadas e programas de educação ambiental e capacitação das comunidades locais podem promover práticas sustentáveis e fortalecer a gestão participativa. A educação ambiental é essencial para engajar as comunidades e promover a conservação a longo prazo (Pereira, 2020). Diversos estudos indicam que iniciativas de capacitação que integram os saberes tradicionais das comunidades em unidades de conservação são fundamentais para fortalecer a resiliência comunitária e a adaptação às mudanças ambientais.

Como nos estudos realizados por (Arruda, 1999; Diegues, 2000 e Berkes, 2009) que destacaram a importância de integrar os conhecimentos tradicionais e científicos para a gestão sustentável de recursos naturais em áreas protegidas e enfatizaram que o envolvimento das comunidades tradicionais no manejo das unidades de conservação, com o fortalecimento dos



saberes locais contribuindo não apenas para a proteção do meio ambiente, mas também para a manutenção da identidade cultural das comunidades.

4 CONCLUSÃO

Os resultados desta análise multitemporal destacam a importância de estratégias integradas de conservação que considerem tanto os dados científicos quanto os conhecimentos tradicionais. A RESEX Marinha Araí-Peroba mostrou mudanças significativas em várias classes de uso do solo, refletindo tanto a resiliência de alguns ecossistemas, como os manguezais, quanto a vulnerabilidade de outros, como a floresta alagável e os campos alagados. O aumento da formação florestal sugere uma recuperação positiva, enquanto a diminuição das pastagens e formações campestres aponta para possíveis transições econômicas e mudanças nos usos da terra.

Para garantir a sustentabilidade ecológica e socioeconômica da RESEX Marinha Araí-Peroba, é crucial implementar uma gestão participativa que inclua monitoramento contínuo e a participação ativa das comunidades locais. Programas de educação ambiental e capacitação podem promover práticas mais sustentáveis, e a integração dos saberes tradicionais nas políticas de manejo pode aumentar sua eficácia. A colaboração entre instituições de pesquisa, gestores de áreas protegidas e comunidades tradicionais será fundamental para enfrentar os desafios futuros e assegurar a conservação a longo prazo desta área vital.

Recomenda-se que futuras pesquisas se concentrem em investigar o impacto de políticas específicas de manejo na RESEX Marinha Araí-Peroba, especialmente em relação à integração de saberes tradicionais com tecnologias de geoprocessamento. Além disso, é crucial que as políticas públicas levem em consideração não apenas a conservação ambiental, mas também o bem-estar socioeconômico das comunidades tradicionais que dependem desses ecossistemas.



AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós graduação de Doutorado Profissional em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares – PPDRGEA do Instituto Federal do Pará, Campus, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Programa Institucional de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE 2023/2024- Código de Financiamento 001 e ao Laboratório ESO da Université de Le Mans.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. **Movimentos Sociais na Amazônia: Chico Mendes e as Reservas Extrativistas**. São Paulo: Editora Ambiental, 2022.

ARRUDA, R. **Populações tradicionais e conservação**. In: DIEGUES, A. C. (Org.). **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. São Paulo: Hucitec/Nupaub, 1999. p. 191-215.

BERKES, F. **Sacred Ecology**. 2. ed. Nova York: Routledge, 2009.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto n° 4.340, de 22 de agosto de 2002. 7. ed. aum. Brasília, DF, 2007. 52 p.

BREIMAN, L. **Random Forests Machine Learning**, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001. DOI: 10.1023/A:1010933404324.

CARVALHO, L. M. **RESEX Marinhas: Conservação e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Marinha, 2021.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **Portal da Transparência divulga pagamentos a beneficiários do Novo Bolsa Família**. Disponível em: <https://aplicacoes.cidadania.gov.br/ri/pbfcad/relatorio-completo.html>. Acessado em: 23 de agosto de 2024.

DAVIDSON, N. C. **How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area**. Marine and Freshwater Research, v. 65, n. 10, p. 934-941, 2014.

DIEGUES, A. C. **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. São Paulo: Hucitec/Nupaub, 2000.

DUKE, N. C.; MEYNECKE, J. O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A. M.; ANGER, K. ; BERGER, U. ; CANNICCI, D. ; 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, n. 5834, p. 41-42, 2007.

FERREIRA, M. C. **História das Unidades de Conservação no Brasil**. Brasília: Editora Nacional, 2019.

GONÇALVES, R. P. B. **O termo de ajustamento de conduta como instrumento mediador de conflitos de competências administrativas ambientais: o caso de Fernando de Noronha**. Dissertação de Mestrado - Gestão pública. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R.; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S. A.; TYUKAVINA, A.; THAU, D.; STEHMAN, S. V.; GOETZ, S. J.; LOVELAND, T. R.; KOMMAREDDY, A.; EGOROV, A.; CHINI, L.; JUSTICE, C. O.; TOWNSHEND, J. R. G.



High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013. DOI: 10.1126/science.1244693.

ICMBIO. 2024. <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/resex-arai-peroba>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **População estimada por município.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 julho 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **População estimada por município.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 junho de 2024.

JUNK, W. J.; AN, S.; FINLAYSON, C. M.; GOPAL, B.; KVET, J.; MITCHELL, S. A.; MITSCH, W. J.; ROBERTS, R. D. **Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: A synthesis.** *Aquatic Sciences*, v. 75, n. 1, p. 151-167, 2013.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. **Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 108, n. 9, p. 3465-3472, 2011.

LOPES, P. R. C. 2016. **Caracterização do modo de vida dos sambaqueiros que ocuparam o litoral paraense: Quatipuru, Pará, Brasil.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LU, D.; WENG, Q. **A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance.** *International Journal of Remote Sensing*, v. 28, n. 5, p. 823-870, 2007. DOI: 10.1080/01431160600746456.

MARTINEZ, C.; KUBO, N.; NOYA, A.; WEYMAN, T. **Demographic change and local development: shrinkage, regeneration and social dynamics.** 2012. Disponível em: <https://typeset.io/papers/demographic-change-and-local-development-shrinkage-amu0ou1yml>. Acesso em: 21 ago. 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO E ASSISTÊNCIA SOCIAL, FAMÍLIA E COMBATE À FOME. **Relatório completo do Bolsa Família e Cadastro Único no seu município.** Disponível em: <https://aplicacoes.cidadania.gov.br/ri/pbfcad/relatorio-completo.html>. Acesso em: 23 agosto de 2024.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES (Brasil). **Estocolmo, Rio, Joanesburgo: O Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas.** Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão (FUNAG), 2006.

MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. **Wetlands.** 5. ed. Hoboken: Wiley, 2015.



MOREIRA, C. C. S.; SILVA, T. I.; LIMA, P. V. S.; RIBEIRO, T. G. **O programa bolsa verde em reservas extrativistas costeiro-marinhas na Amazônia Brasileira.** *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 10, p. 96718-96740, 2021.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; ALMEIDA, O. T. **Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 103, n. 39, p. 14637-14641, 2006.

PEREIRA, A. F. **Reservas Extrativistas: Um Modelo de Conservação Sustentável.** Manaus: Editora Amazônica, 2020.

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção [8] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, acessado em [10/06/2024] através do link:
<https://brasil.mapbiomas.org/download-dos-atbds-com-metodo-detalhado/#>

RICHARDS, J. A. **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction.** 5. ed. Springer, 2013.

SIQUEIRA, K. P.; VALENTIM, J. F. **Mudanças no uso da terra e intensificação da agricultura no Brasil.** In: CARVALHO, G. A. (Ed.). *Dinâmica do uso da terra na Amazônia.* Belém: UFPA, 2014. p. 45-66.

SILVA, R. S. **Conferências Internacionais e a Conservação Ambiental.** Porto Alegre: Editora Global, 2018.

SOUZA, T. M. **Yellowstone: O Primeiro Parque Nacional.** Nova York. Editora Internacional, 2020.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I. **The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation?** *Environmental Science & Policy*. Amsterdã, v. 16, p. 65-72, 2012.

TEISSERENC, M. J. S. A.; SANT'ANA JR., H. A.; ESTERCI, N. **Territórios, mobilizações e conservação socioambiental.** São Luís: EDUFMA, 2016.

ZEDLER, J. B.; KERCHER, S. **Wetland resources: Status, trends, ecosystem services, and restorability.** *Annual Review of Environment and Resources*, v. 30, p. 39-74, 2005.