GEO FRONTER
ISSN: 2447-9195

INDICADORES AMBIENTAIS DA REDUÇÃO FLORESTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOJUIM, ZONA COSTEIRA DO ESTADO DO PARÁ

Environmental indicators of forest reduction in the Mojuim River watershed, coastal zone of Pará, Brazil

Indicadores ambientales de la reducción forestal en la cuenca hidrográfica del río Mojuim, zona costera de Pará, Brasil

Rubens Ramos Dias
Universidade Federal do Pará – UFPA

Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Universidade Federal do Pará – UFPA

Wellingtton Augusto Andrade Fernandes
Instituto Federal do Pará – IFPA

Resumo: O presente trabalho analisou a redução florestal e as mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Mojuim, zona costeira do Pará, por meio da utilização de indicadores socioambientais. Os procedimentos metodológicos foram realizados a partir da análise de dados georreferenciados do Projeto MapBiomas, coleção 8, considerando o recorte temporal entre os anos de 2002 e 2022. Os resultados evidenciaram intensificação das ações antrópicas ao longo da bacia hidrográfica, principalmente relacionadas à expansão de áreas de pastagem, urbanização e monoculturas. Observou-se aumento da área ocupada por pastagens e áreas urbanizadas, além da redução de classes de formação florestal e floresta alagável, indicando maior fragmentação da paisagem e pressão sobre os ecossistemas locais. Os resultados demonstram a importância do monitoramento espaço-temporal do uso da terra como instrumento de apoio à gestão ambiental e à formulação de políticas públicas voltadas à conservação das Unidades de Conservação da região. Destaca-se, ainda, a necessidade de estratégias de preservação e recuperação dos fragmentos remanescentes de vegetação nativa, visando à manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: UCs, Geotecnologias; Supressão.

Abstract: This study analyzed forest reduction and land use and land cover changes in the Mojuim River watershed, coastal zone of Pará, Brazil, through the use of socio-environmental indicators. The methodological procedures were based on the analysis of georeferenced data from the MapBiomas Project, collection 8, considering the temporal period between 2002 and 2022. The results revealed an intensification of anthropogenic activities throughout the watershed, mainly related to the expansion of pasture areas, urbanization, and monocultures. An increase in areas occupied by pasture and urbanized land was observed, as well as a reduction in forest formation and floodplain forest classes, indicating greater landscape fragmentation and increasing pressure on local ecosystems. The findings demonstrate the importance of spatio-temporal land use monitoring as a supporting tool for environmental management and the formulation of public policies aimed at the conservation of Protected Areas in the region. Furthermore, the study highlights the need for preservation and restoration strategies for remaining native vegetation fragments, aiming to maintain biodiversity and ecosystem services.

Keywords: UC, Geotechnologies, Suppression.

© 2026 - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Brasil. Todos os direitos reservados.
ISSN: 2447-9195. Geofronter, Campo Grande, v. 16, p. 01-24, e10478.

Resumen: El presente trabajo analizó la reducción forestal y los cambios en el uso y cobertura de la tierra en la cuenca hidrográfica del río Mojuim, zona costera de Pará, Brasil, mediante el uso de indicadores socioambientales. Los procedimientos metodológicos se realizaron a partir del análisis de datos georreferenciados del Proyecto MapBiomas, colección 8, considerando el período temporal entre los años 2002 y 2022. Los resultados evidenciaron una intensificación de las actividades antrópicas a lo largo de la cuenca hidrográfica, principalmente relacionadas con la expansión de áreas de pastoreo, urbanización y monocultivos. Se observó un aumento de las áreas ocupadas por pastizales y zonas urbanizadas, así como una reducción de las clases de formación forestal y bosque inundable, indicando una mayor fragmentación del paisaje y presión sobre los ecosistemas locales. Los resultados demuestran la importancia del monitoreo espacio-temporal del uso de la tierra como instrumento de apoyo para la gestión ambiental y la formulación de políticas públicas orientadas a la conservación de las Unidades de Conservación de la región. Asimismo, se destaca la necesidad de estrategias de preservación y recuperación de los fragmentos remanentes de vegetación nativa, con el fin de mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
Palabras clave: UC, Geotecnologias; Supresión.

Introdução

As bacias hidrográficas são unidades fundamentais para o planejamento do uso e conservação ambiental. Por serem altamente vulneráveis às pressões antrópicas, o uso inadequado de seus recursos pode deflagrar severos problemas socioambientais, impactando diretamente a economia regional e a qualidade de vida das populações locais. A bacia hidógrafioca é considerada uma unidade ambiental integradora que permite analisar as inter-relações dos seus elementos através de uma abordagem sistêmica, conforme estabelecido na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, Lei Federal nº 9.433/97). Nas últimas décadas, a Amazônia tem apresentado intensas mudanças ambientais, impulsionadas pela expansão agropecuária e urbana.

O planejamento do uso da terra em paisagens fragmentadas é essencial para a conservação ambiental, devendo priorizar a proteção de áreas frágeis, a manutenção das funcionalidades ecológicas e o aumento da conectividade, a fim de minimizar os efeitos da fragmentação (Muchailh et al., 2010). Essa necessidade de conservação e manejo ordenado é premente nas zonas costeiras e estuarinas, onde os ecossistemas de manguezal desempenham

funções socioambientais vitais. Além de subsidiar a manutenção da biodiversidade local, esse ecossistema age como uma barreira biofísica atenuante às alterações que ocorrem na linha de costa, protegendo-a contra os processos erosivos latentes e mitigando os efeitos do assoreamento dos corpos d'água e das calhas fluviais (Atlas dos Manguezais, 2018).

Indicadores e bioindicadores do uso e cobertura da terra

Para avaliar as transformações na paisagem e a redução florestal na bacia hidrográfica do rio Mojuim, utilizou-se um conjunto de indicadores socioambientais e métricas de uso e cobertura da terra. Esses indicadores operam como ferramentas de quantificação e diagnóstico espacial, sintetizando dados complexos para mensurar a pressão antrópica e o estado de conservação dos ecossistemas estuarinos (Erazo, 2019; Cota et al., 2019; Araújo, Silva e Correia, 2020).

Os indicadores sintetizam informações complexas a partir de dados brutos, exercendo funções de quantificação, simplificação e comunicação (Oliveira, 2017).

Atualmente, diferentes respostas bioindicativas da flora e da fauna são mapeadas e monitoradas a partir de variáveis estruturais e climáticas. Tais manifestações ocorrem por meio de alterações nos níveis de fragmentação florestal, nas dinâmicas de uso e cobertura da terra, nas oscilações da temperatura de superfície e em eventos de precipitação extrema, além de estarem diretamente vinculadas à capacidade de suporte e à oferta de recursos ambientais de um determinado território.

Importância do geoprocessamento aplicado aos impactos socioambientais

Por meio do emprego de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), é possível criar um diagnóstico ambiental de áreas associando-se aspectos bióticos e abióticos, de modo a inferir sobre o quanto a paisagem é vulnerável à degradação ambiental. Essas geotecnologias permitem simular o espaço geográfico e seus processos naturais, possibilitando explicações a respeito dos fenômenos que ocorrem, além de processar informações confiáveis, precisas e rapidamente acessíveis (Trevisan et al., 2018).

Adicionalmente, o monitoramento da superfície terrestre através de ferramentas de Sensoriamento Remoto possibilita quantificar as mudanças de uso e cobertura da terra e identificar ameaças aos ecossistemas e modos de vida locais. Diferentes métodos de classificação permitem identificar padrões de uso e cobertura da terra (Vale et al., 2018).

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar as mudanças no uso e cobertura da terra e a supressão da vegetação nativa no entorno da bacia hidrográfica do rio Mojuim, localizada na Zona Costeira Paraense, adotando-se como base analítica dados multitemporais disponibilizados pelo projeto MapBiomas, no recorte temporal de 2002 a 2022.

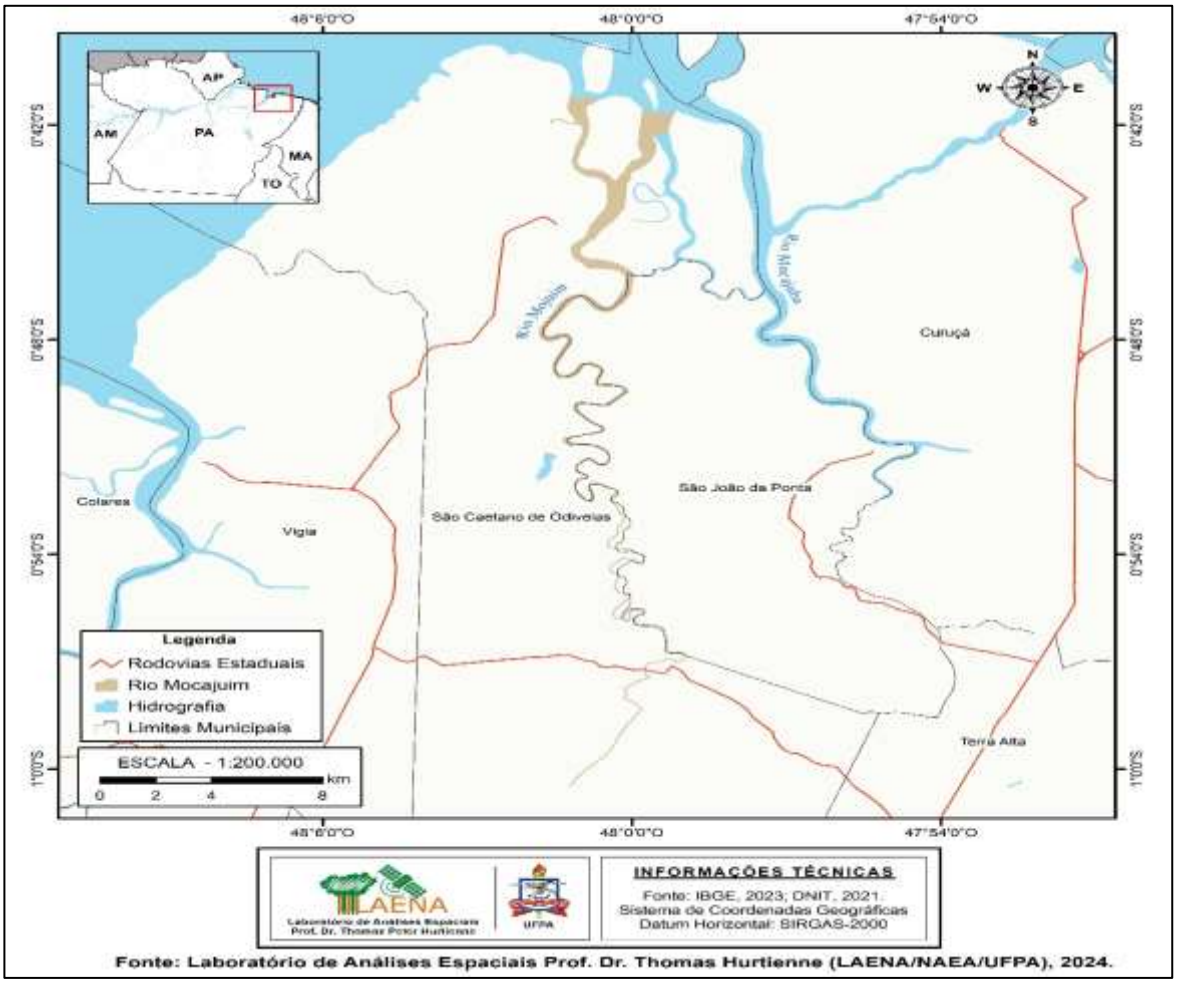
Metodologia

Área de estudo

O estuário do rio é delimitado pelos seguintes coordenadas: 00º 35’ 00” S e 47º 03’ 45” W; 00º 52’ 30” S e 48º 05’ 00” W. O clima da região é o típico equatorial amazônico do tipo Am (classificação de Köppen) e temperaturas elevadas, com média de 27 ºC e pequena amplitude térmica (Prost et al., 2011). Na referida área, há o predomínio da vegetação de mangue em suas reentrâncias, espécie típica da planície de maré lamosa (Souza Filho, et al., 2005). Em relação aos aspectos socioeconômicos, a área de estudo comporta diferentes atores locais como ribeirinhos, comunitários/extrativistas, pequenos produtores rurais e população urbana (Santos et al., 2017).

A pesquisa foi realizada em duas Reservas Extrativistas (Resex) do Salgado Paraense no ano de 2024 (Figura 1), localizada nos municípios de São João da Ponta e São Caetano de Odivelas. Destaca-se que o rio Mojuim atua como o divisor geográfico natural entre as duas unidades de conservação, delimitando as respetivas áreas por meio da sua bacia hidrográfica.

Figura 1- Mapa de localização do rio Mojuim, Nordeste Paraense



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para a análise multitemporal e espacial do uso e cobertura da terra, foram utilizadas imagens da Coleção 8 do Projeto MapBiomas, com resolução espacial de 30 metros, considerando o recorte temporal correspondente aos anos de 2002, 2006, 2010, 2014, 2018 e 2022. As matrizes raster foram obtidas e manipuladas via plataforma Google Earth Engine e processadas em ambiente SIG (ArcGIS 10.3.1.

A etapa conclusiva dos procedimentos metodológicos consistiu na validação (in loco), realizada por meio de trabalhos de campo para a verificação e o refinamentodas classes de uso e cobertura da terra mapeadas preliminarmente pela plataforma MapBiomas (Tabela 1). Essa atividade empírica ocorreu em duas etapas complementares no ano de 2024: a primeira, realizada em fevereiro, consistiu no reconhecimento geral da área e identificação dos pontos de controle; a segunda, realizada em maio, concentrou-se na amostragem e no registro sistemático das classes temáticas mapeadas

Ademais, para a delimitação e análise da referida bacia hidrográfica, foram extraídos

dados da Agência Nacional de Águas (ANA) relativos à Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) no nível de detalhamento 7 (ANA, 2017). Complementarmente, foram utilizadas as malhas territoriais do IBGE. Toda a base de dados foi processada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando-se o software ArcGIS, versão 10.3.1 (Esri, 2015), responsável pela manipulação dos dados vetoriais e matriciais, organização e gerenciamento do Banco de Dados Geográfico (BDGeo), execução de recortes e cálculos de áreas, bem como pela elaboração do *layout* dos produtos cartográficos finais.

Tabela 1 - Dados cartográficos

DADOS	FONTES
Uso e cobertura da Terra	Projeto MapBiomas
Unidades de Conservação Federais	ICMBio
Focos de Calor	INPE
Malhas Territoriais e Hidrografia	IBGE
Aerolevantamento pontos e trilhas (Trabalhos de Campo)	Elaboração própria

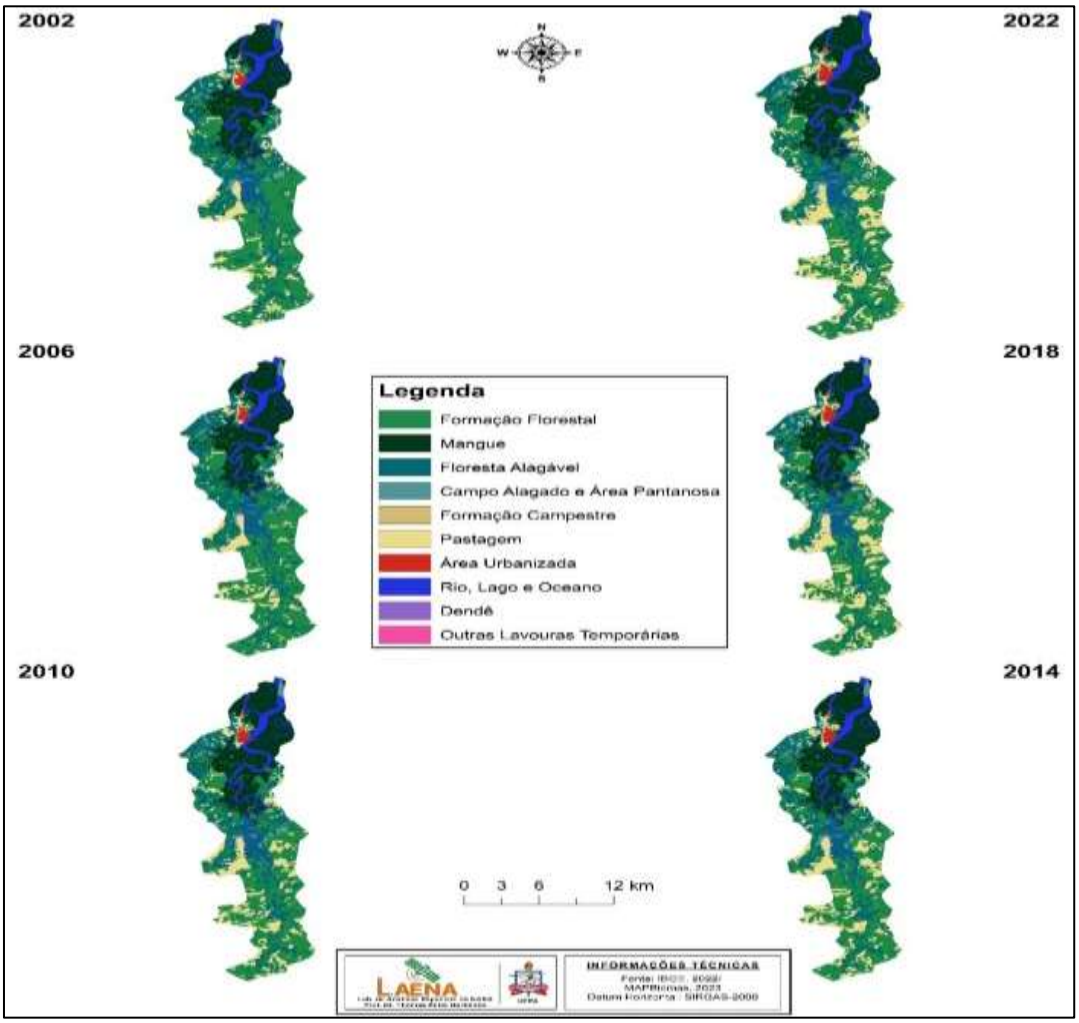
Fontes: Projeto MapBiomas (2023); ICMBIO (2023); INPE (2023); IBGE (2019; 2022).

Para a delimitação precisa dos dados em relação aos limites da área de estudo, utilizou-se a ferramenta *clip* no software ArcGIS (Esri, 2015)..Vale destacar que, para a base histórica do Projeto MapBiomas, realizaram-se extrações individuais para cada ano correspondente ao período de 2002 a 2022, permitindo que as respetivas áreas fossem calculadas e tabuladas para as análises subsequentes.

Resultados e Discussão

A espacialização dos dados geográficos (Figura 2), permitiu identificar os principais vetores de alteração na paisagem e quantificar a supressão da vegetação nativa no entorno das duas Unidades de Conservação (UCs). Para tanto, a área de influência da bacia estuarina foi compartimentada em dez classes distintas de uso e cobertura da terra: 1) Formação Florestal (FF); 2) Manguezal (MAN); 3) Floresta Alagável (FA); 4) Campo Alagável e Área Pantanosa (CAP); 5) Formação Campestre (FC); 6) Pastagem (PAS); 7) Área Urbanizada (URB); 8) Rio, Lago e Oceano (RLO); 9) Dendê (DEN); e 10) Outras Lavouras Temporárias (OLT).

Figura 2 - Mapas multitemporais de uso e cobertura da terra da bacia do rio Mojuim (2002 a 2022)



Fonte: Adaptado de MapBiomas, Coleção 8 (2024).

Conforme dados (Tabela 2) que foram obtidos, do referido estudo, a correspondência e a validação das referidas classes mapeadas frente à realidade verificada *in loco*, encontram-se sistematizadas abaixo.

Tabela 2 - Evolução temporal das classes de uso e cobertura da terra na bacia do rio Mojuim (2002-2022)

Área Ha	**ANO**						
CLASSES	**2002**	**2006**	**2010**	**2014**	**2018**	**2022**	**Total geral**
Área Urbanizada	123,6929589	136,24081	160,0046	173,357821	183,18313	187,6546	964,133932
Campo Alagado Área Pantanosa	472,1361957	476,81887	513,136	402,348437	413,51003	405,0348	2682,984337
Dendê	3,794188271	1,4101972	4,311442	0,0	3,9048677	4,008274	17,42896887
Floresta Alagável	4544,230076	4585,7022	4293,929	4305,6533	4048,3064	3953,197	25731,0179
Formação Campestre	15,81779913	9,0184711	7,610253	63,7370619	54,945688	13,54976	164,6790367

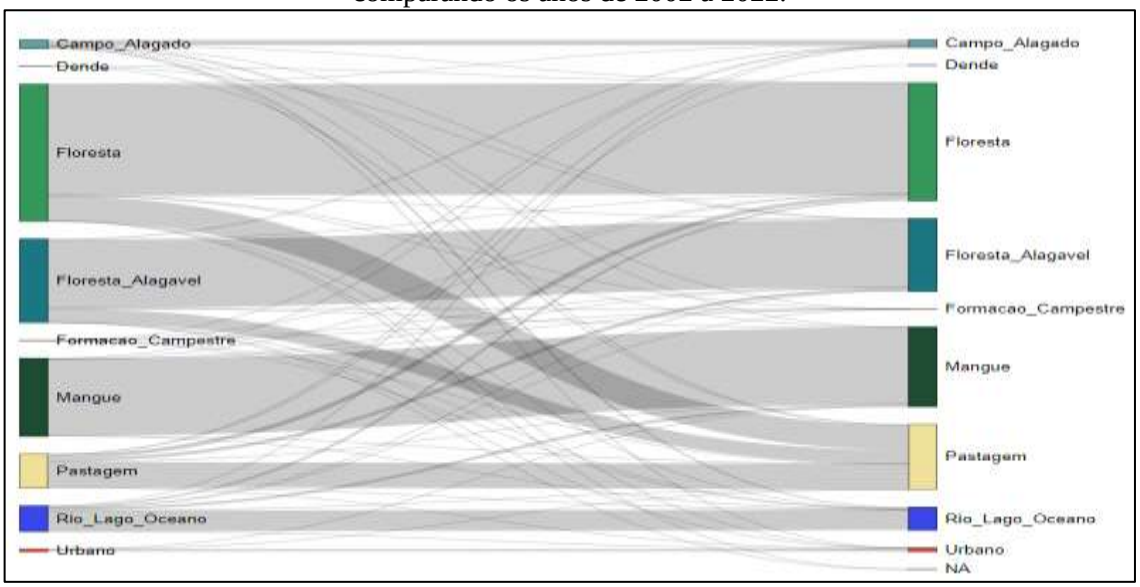
Formação Florestal	7460,432877	7374,9495	6674,724	6624,37159	6327,9497	6410,363	40872,79043
Mangue	4249,566436	4266,3643	4282,562	4300,94134	4272,4159	4335,697	25707,5472
Outras Lavouras Temporárias	0,0	0,5364364	0,0	0,0	0,0	5,923031	6,459467369
Pastagem	1855,589653	1891,8211	2807,977	2936,19857	3494,8703	3552,36	16538,81684
Rio, Lago e Oceano	1395,816555	1379,5393	1377,298	1314,67895	1322,7609	1252,483	8042,576016
Total geral	20121,07674	20122,401	20121,55	20121,2871	20121,847	20120,27	120728,4341

Fonte: Adaptada da base de dados do Projeto MapBiomas Coleção 8.0 (2023). Nota: Pequenas variações no total decorrem do ajuste de borda pixel-vetor na plataforma GEE.

A classe de uso e cobertura da terra a “outras lavouras temporárias” não foi encontrada em determinados anos de 2002, 2010, 2014 e 2018. Esse fenômeno pode estar associado à reduzida extensão territorial dessas atividades frente à resolução espacial de 30 metros das imagens utilizadas pelo Projeto MapBiomas (2023), o que dificulta a detecção de fragmentos muito pequenos. Adicionalmente, elaborou-se o diagrama de Sankey no software RStudio, analisando-se as transições de uso e cobertura da terra disponibilizadas pelo Projeto MapBiomas (2024) entre os anos de 2002 e 2022.

O fluxo de conversões antrópicas diretas e substituições de cobertura natural ocorridas entre as duas pontas do inventário (2002 e 2022) pode ser visualizado (Figura 3), estruturalmente no Diagrama de Sankey. A partir desse modelo de fluxo, constatou-se visualmente a expressiva conversão de áreas originalmente ocupadas por Formação Florestal e Floresta Alagável em áreas de Pastagem.

Figura 3 - Diagarama de Sankey com dados e cobertura da terra na bacia do rio Mojuim comparando os anos de 2002 a 2022.



Fonte: Elaboração: A partir dos dados do projeto MapBiomas, coleção 8.0 (2023)

Discussão

Ao analisar (Tabela 3), os dados quantitativos do mapeamento de uso e cobertura da terra para o ano inicial de 2002, constata-se a distribuição espacial das três principais classes de vegetação nativa na área de influência da bacia. Nesse período, a classe de Formação Florestal (FF) apresentava a maior extensão territorial, cobrindo uma área de 74,60 km^2 (54%). Por sua vez, o ecossistema de Manguezal (MAN) ocupava 42,49 km², enquanto a Floresta Alagável (FA) contabilizava 45,44 km².

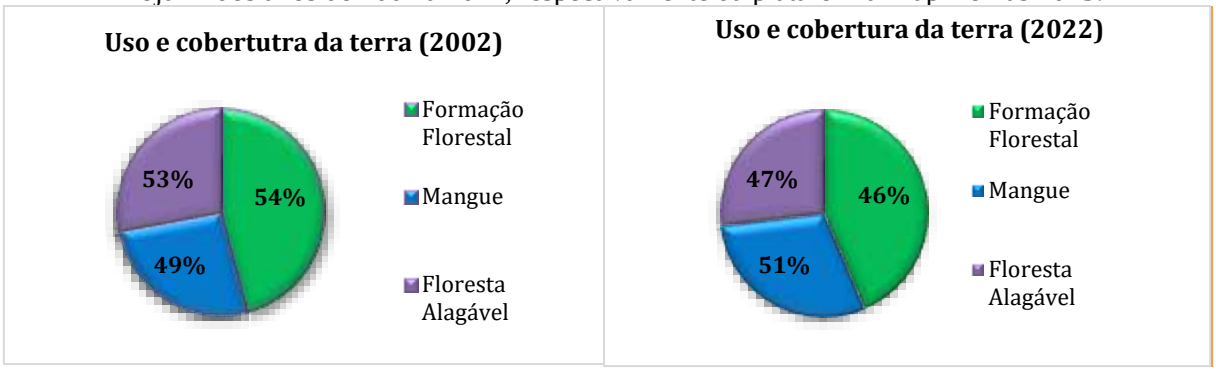
Tabela 3 - Balanço evolutivo das coberturas vegetais nativas no entorno da bacia (2002-2022). rio Mojuim, PA

Classes .	Área 2002 (há)	Área 2002 (km2)	% da Bacia (2022)	Área 2022 (há)	Área 2022 (km2)	% da Bacia (2022)	Variação %
Manguezal (MAN)	4.249,57	42,50	21,12%	4.335,70	43,36	21,55%	+2,03
Formação Florestal (FF)	7.460,43	74,60	37,08%	6.410,36	64,10	31,86%	-14,08
Floresta Alagável(FA)	4.544,23	45,44	22,58%	3.953,20	39,53	19,65%	-13,01

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

As mudanças no uso da terra (Figura 4) e a intensificação da exploração de recursos naturais têm avançado em direção às zonas de amortecimento, aumentando a vulnerabilidade dos ecossistemas de manguezal e restinga, essenciais aos processos ecológicos, socioeconômicos, à sustentabilidade e a reprodução dos modos de vida locais.

Figura 4 - Gráfico do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica da Bacia hidrográfica do rio Mojuim dos anos de 2002 a 2022, respectivamente da plataforma MapBiomas 2023.



Fonte: Autor (2024)

Ao analisar especificamente a dinâmica dos manguezais (MAN**)** ao longo do recorte temporal (2002-2022), observa-se que a vegetação estuarina no entorno do rio apresentava uma extensão inicial de 42,49 km^2 (4.249 ha). Em termos evolutivos, constata-se um incremento de 2% nessa cobertura florestal, a qual expandiu para 43,35 km^2 (4.335 ha) no ano de 2022. Esse crescimento pode estar associado à presença de populações tradicionais e à proteção conferida pelas UCs, especialmente as Reservas Extrativistas que atua como uma barreira biofica de proteção.

O ecossistema manguezal responde não apenas a impactos locais, mas também a alterações em toda a bacia hidrográfica, o que pode comprometer sua resiliência. A ocupação urbana desordenada contribui para a degradação ambiental, promovendo a remoção da cobertura vegetal e intensificando processos como compactação e erosão do solo (Guerra e Cunha, 1995). Nesse sentido, o desmatamento é apontado como um dos principais fatores de impacto ambiental (Cota et al., 2019; Erazo, 2019).

Em sentido oposto à dinâmica dos manguezais, as classes de Formação Florestal (FF) e Floresta Alagável (FA) apresentaram um decréscimo acentuado na sua cobertura ao longo do período analisado. A Formação Florestal registou uma redução de 14%, contraindo de 74,60 km^2 (7,460 ha) em 2002 para 64,10 km^2 (6.410 ha) em 2022. De modo semelhante, a cobertura de Floresta Alagável sofreu uma supressão de 13%, declinando de 45,44 km² (4.544 ha) para 39,53 km² (3.953 ha) no mesmo intervalo temporal.

A diminuição dessas áreas contribui para o aumento da fragmentação da paisagem, reduzindo a conectividade e intensificando o isolamento dos fragmentos, além de potencializar o efeito de borda (Moraes et al., 2015). Esse processo é mais evidente nas zonas de amortecimento (ZA), que são áreas suscetíveis a pressões externas e têm como função minimizar impactos negativos sobre as Unidades de Conservação (Brasil, 2000).

A análise temporal dos anos de 2002 a 2022, evidencia que da bacia (Figura 5) revela uma assimetria na distribuição da cobertura vegetal diferenciada: enquanto a porção norte apresenta um melhor estado de conservação e abriga os fragmentos mais contínuos desempenhando um papel crucial na manutenção da conectividade ecológica e dos fluxos hídricos estuarinos, a porção sul exibe um cenário distinto. Nesta última, observa-se um elevado grau de fragmentação da paisagem (Figura 5), processo fortemente evidenciado pela intensificação do efeito de borda e pelo isolamento das manchas de vegetação nativa frente ao avanço das atividades antrópicas.

Figura 5 - Mapa de evolução do uso e cobertura da terra no entorno da bacia hidrográfica da Bacia hidrográfica do rio Mojuim dos anos de 2002 a 2022, respectivamente da plataforma MapBiomas 2023, com recorte temporal de 04 em 04 anos



Fonte: Autor (2024)

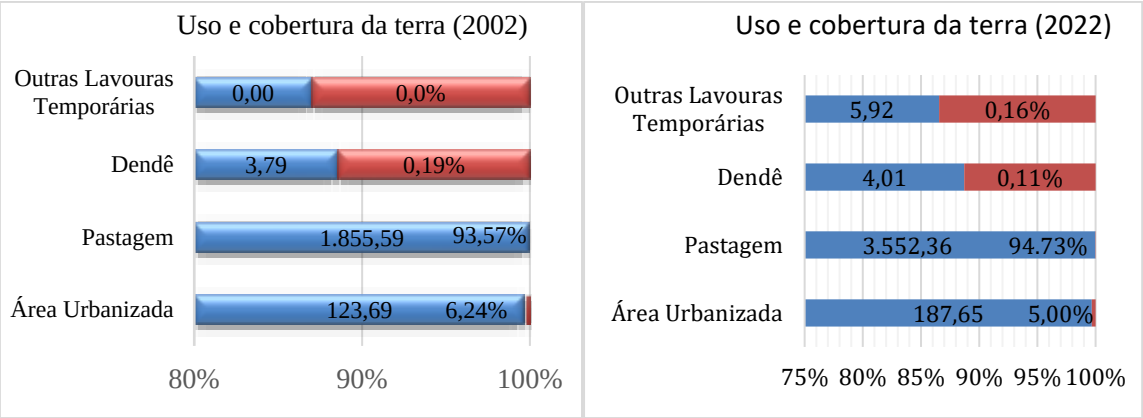
Diante da análise da caracterização e quantificação espacial da paisagem observadas e tratadas da referida (Figura 5), realizada a partir do geoprocessamento, as mesmas mostraram que a área total que compõe o rio diante do recorte temporal dos últimos 20 anos, encontra-se uma paisagem bastante fragmentada.

O isolamento entre fragmentos dificulta o deslocamento de espécies e compromete a dinâmica ecológica, reduzindo a imigração e a recolonização, o que afeta diretamente a sobrevivência de metapopulações (Bender, Thischendorf e Fahrig, 2003). Estima-se que cerca de 80% das áreas desflorestadas na Amazônia estejam associadas à conversão para pastagens ou à formação de vegetação secundária decorrente de sua degradação, frequentemente sob domínio de grandes propriedades (Vale e Bordalo, 2016). Esse padrão evidencia processos de apropriação territorial que intensificam o desmatamento e promovem a substituição da cobertura florestal por usos menos sustentáveis. Dados do INPE/PRODES (2014) indicam taxas anuais próximas a 5 mil km², reforçando a continuidade da pressão sobre os ecossistemas e a expansão de áreasconvertidas em pastagens.

Ao analisar as classes de uso antrópico descritas na (Tabela 2 e Figura 6), que englobam Pastagem (PAS), Área Urbanizada (URB), Dendê (DEN) e Outras Lavouras Temporárias (OLT), identifica-se uma profunda alteração na paisagem associada à expansão da atividade pecuária. No ano de 2002, a área ocupada por Pastagem no entorno da bacia hidrográfica era

de 1.855,59 ha (18,56 km^2), passando para 3.552,36 ha (35,52 km^2) em 2022, o que representa um crescimento de 94,73% na área antropizada por pecuária.

Figura 6 - Uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Mojuim, PA



Fonte: Autor (2024)

Esse avanço expressivo significa que a Pastagem (PAS), que inicialmente representava 34% das áreas convertidas no período inicial, expandiu sua dominância para 64% do cenário antropizado em 2022, consolidando-se como o principal vetor de uso e cobertura da terra sobre a vegetação nativa local. A expansão de áreas de pastagem, associada ao crescimento urbano e à ampliação da rede viária, tem orientado a ocupação territorial para o interior, intensificando as atividades agropecuárias e contribuindo para o desmatamento (Coelho et al., 2018).

Outro vetor de pressão identificado no mapeamento foi a progressiva expansão das "Outras Lavouras Temporárias" (OLT) na área de influência hidrográfica. No ano de 2002, a classe de Outras Lavouras Temporárias registrou presença nula (0,0) nas imagens do MapBiomas, alcançando 5,92 ha (0,059 km^2) no ano de 2022 com 0,16% de aumento. A reduzida dimensão dessa classe decorre da escala de detecção dos sensores (30 m), capturando prioritariamente parcelas de roças de subsistência itinerantes.

Tal fenômeno está associado à escala reduzida das roças de subsistência itinerantes frente à resolução espacial de 30 metros dos sensores Landsat, o que subestima fragmentos agrícolas muito pequenos na matriz florestal.

Esse incremento acentuado evidencia que a atividade agrícola expandiu significativamente sua representatividade na dinâmica de uso da terra regional. A magnitude dessa expansão enquadra-se nos cenários críticos discutidos por Laurance (1997), no qual clareiras e áreas perturbadas com extensões superiores a 300 ha deflagram severos impactos

sinérgicos, intensificando o efeito de borda e comprometendo a resiliência dos remanescentes florestais adjacentes.

Pesquisa realizadas em outras regiões paraenses como a de (Costa et al., 2016; Gorayeb et al., 2010; Vale et al., 2016) apontam as pastagens, a agricultura itinerante e a monocultura como as causas principais dos desflorestamentos, contribuindo com eliminação ou mesmo a redução da fauna e da flora nativas, a deterioração da fertilidade e das características físicas do solo, isto potencializa a contaminação das áreas devido ao uso inadequado de agroquímicos.

Conforme ilustrado no mapeamento temporal (Figura 6), a classe correspondente ao cultivo do dendê (DEN) emerge na região como um reflexo da expansão da cultura da palma de óleo, impulsionada por grandes empresas agroindustriais em diversos municípios paraenses. No ano de 2002, a classe correspondente ao cultivo do dendê registrava 3,79 ha (0,038 km2), atingindo 4,01 ha (0,040 km2) em 2022, mantendo-se um aumento de 11% em proporção pontual no limite de delimitado da bacia.

Esse incremento de aproximadamente quase 2% na área de influência da bacia demonstra que, embora a expansão da atividade monocultural ainda se apresente de forma discreta no entorno imediato da Resex, ela sinaliza a consolidação de uma nova fronteira econômica de forte pressão sobre a paisagem local.

É notável o crescimento dos níveis de fragmentação entre os anos de 2002 e 2022, ao longo do curso do rio. A expansão desse modelo produtivo tende a intensificar impactos socioambientais no bioma amazônico, sobretudo por favorecer a reconcentração fundiária. Esse processo fortalece o controle territorial por grandes empresas, impulsionado por políticas públicas dos anos 2000, Segundo Nahum e Malcher, 2012, a contribuindo para a eliminação ou redução da fauna e flora nativas e para a deterioração da fertilidade e das características físicas do solo. Além disso, esse processo potencializa a contaminação ambiental devido ao uso inadequado de agroquímicos.

No que tange à dinâmica de expansão das áreas urbanas (URB), o mapeamento temporal (2002-2022) torna evidente o processo de consolidação urbana na bacia. No ano de 2002, a área urbanizada correspondia a 123,69 ha (1,24 km2), expandindo-se gradativamente para 187,65 ha (1,88 km2) em 2022, o que representa um crescimento de 5,0% na mancha de crescimento urbana no período analisado.

Essa expansão, representa um crescimento de aproximadamente 5,0% da mancha antropizada urbana em duas décadas, reforça a intensificação das pressões antrópicas locais sobre os recursos hídricos e as áreas de preservação permanente adjacentes ao canal principal.

No nordeste paraense, essa dinâmica foi impulsionada pela consolidação da rodovia Belém-Brasília (BR-010), favorecendo a expansão das atividades antrópicas (Vale et al., 2018). Em áreas costeiras, o crescimento urbano também tem provocado impactos negativos sobre os manguezais, comprometendo a biodiversidade e afetando diretamente as populações que dependem desses ecossistemas (Cota et al., 2019).

De acordo com Arima *et al*. (2013), a fragmentação florestal altera a conectividade da floresta e seus padrões influenciam nos processos ecológicos e na perspectiva de sobrevivência das espécies, impactando o habitat animal, a biodiversidade, os processos de regeneração natural e a biomassa.

Nesse contexto, as transformações observadas nas áreas úmidas e nos corpos d'água reforçam a magnitude dos impactos ambientais na bacia, cujos dados quantitativos de retração estão sistematizados na (Tabela 4), às classes de Campo Alagado e Área Pantanosa (CAP), Formação Campestre (FC) e Rio, Lago e Océano (RLO), verificou-se um decréscimo de 12% na cobertura original de ambas as classes campestres (CAP e FC), indicando a conversão e o dessecamento dessas áreas úmidas. Paralelamente, a classe RLO registrou uma redução de 13% em sua superfície líquida entre os anos de 2002 e 2022, fenômeno que evidencia a perda de espelho d'água e a potencial alteração na dinâmica hidrológica local decorrente das pressões antrópicas exercidas na bacia hidrográfica.

A dinâmica de uso e cobertura da terra evidenciada na bacia do rio Mojuim revela que, embora as Reservas Extrativistas (Resex) de São João da Ponta e São Caetano de Odivelas exerçam um papel protetivo fundamental para a estabilidade dos manguezais, o seu entorno imediato sofre forte pressão de vetores antrópicos, sobretudo a expansão da pecuária e a fragmentação florestal. Como apontam Teles e Pimentel (2018), a ausência de planos de manejo atualizados e de zoneamentos rigorosos nas zonas de amortecimento intensifica a vulnerabilidade ecológica desses territórios. Desse modo, o avanço das pastagens sobre as áreas de terra firme compromete a conectividade da paisagem, exigindo estratégias de gestão integrada que articulem a conservação dos recursos estuarinos com o ordenamento das atividades socioeconômicas locais.

Segundo Moraes et al. (2015) a diminuição de áreas florestadas aumenta consideravelmente a presença de fragmentos na paisagem cada vez menores, diminuindo sobremaneira a conectividade dessas áreas, contribuindo para o isolamento das UC e acelerando o efeito de borda. Este fenômeno é observado, especialmente, nas ZA que são áreas mais vulneráveis, criadas no entorno das UC com o propósito de minimizar impactos negativos,

dentre os quais se encontra o efeito de borda (Brasil, 2000). Vale ressaltar que poucos estudos tratam sobre as áreas do entorno das UC's, ou seja, ainda pouco se discute sobre as ZA, peculiaridade da pesquisa vigente que busca subsidiar no que tange a gestão dessa área no plano de manejo.

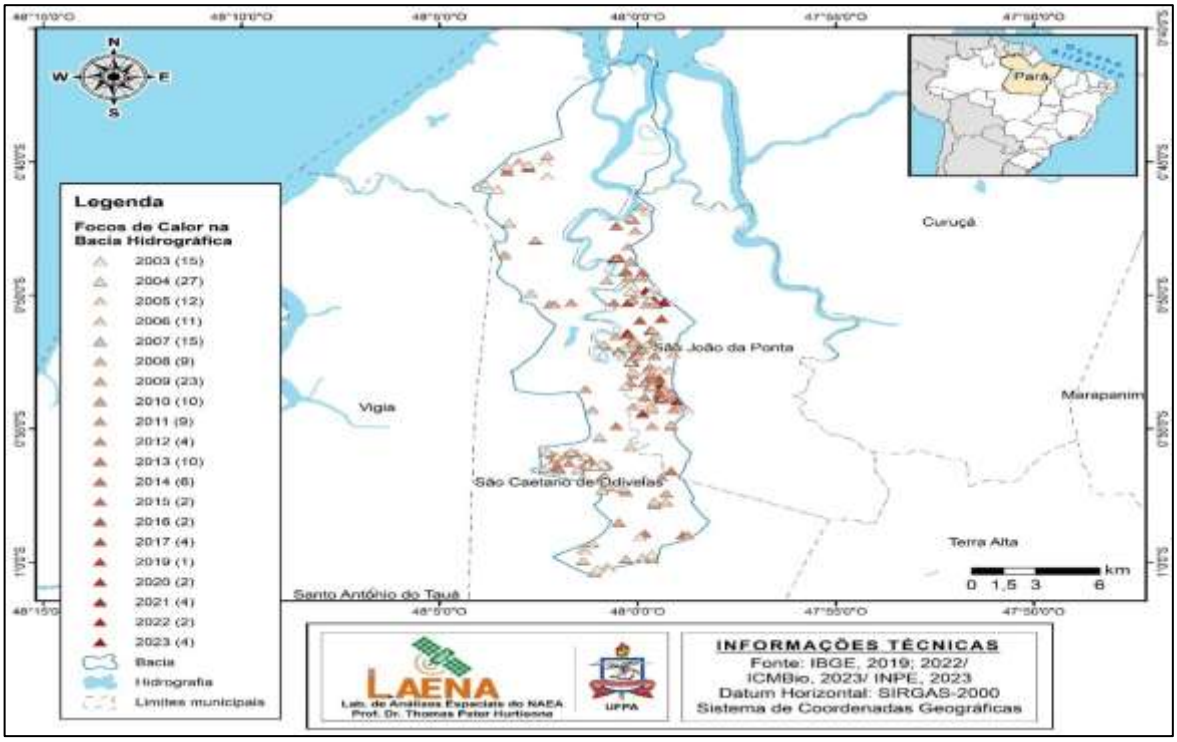
Tabela 4 - Dinâmica das áreas úmidas e corpos d'água (2002-2022)

Classes .	Área 2002 (há)	Área 2002 (km2)	% da Bacia (2022)	Área 2022 (há)	Área 2022 (km2)	% da Bacia (2022)	Variação %
Campo Alagado/ Área Pantanosa	472,14	4,72	2,35%	405,03	4,05	2,01%	-14,21
Formação Campestre (FC)	15,820	0,16	0,08%	13,55	0,14	0,07%	-14,35
Rio, Lago e Oceano (RLO)	1.395,82	13,96	6,94%	1.252,48	12,52	6,22%	-10,27

Fonte: Autor (2024)

Estudos demonstram que o ecossistema manguezal, é um indicador biológico das variações climáticas globais e do aumento previsto do nível relativo do mar, como Snedaker et al., (1981). Foi elaborado um mapa de foco de calor (Figura 7), de acordo com o recorte temporal da referida bacia, mostrando as respectivas evoluções de uso da terra no entorno da unidade.

Figura 7 - Histórico cronológico de focos de calor na bacia do rio Mojuim. (2002-2022)



Fonte: Autores com dados do INPE (2024)

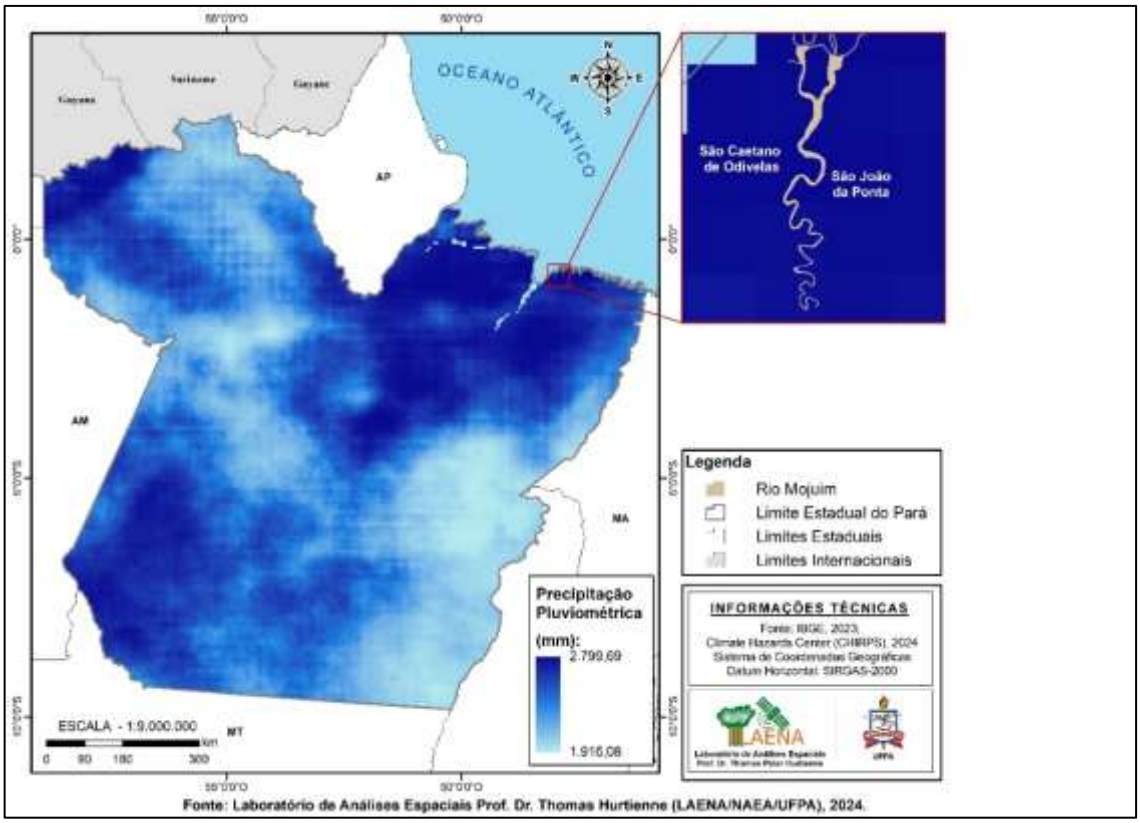
A distribuição espaço-temporal dos focos de calor na área de estudo (Figura 7) evidencia a recorrência histórica do uso do fogo como ferramenta de manejo e limpeza para a supressão da vegetação nativa. A dinâmica observada indica que os focos de calor estão associados às frentes de abertura de novas áreas de pastagem, implantação de monoculturas e expansão dos eixos de ocupação urbana, direcionando a fronteira antrópica sobre porções ainda preservadas do território. Cronologicamente, os picos de queimadas foram mais intensos nos anos de 2004 e 2009, períodos em que foram registrados 27 e 23 focos de calor, respectivamente. Esses episódios agudos demonstram uma forte pressão sobre a cobertura florestal e o entorno da bacia hidrográfica do rio Mojuim nesses anos específicos, intensificando os processos de degradação ambiental.

Estas colocações são reforçadas por Mataveli et al. (2017) em estudo que buscou avaliar a relação entre precipitação e focos de queimadas e observou que, no período seco, a vegetação apresenta-se mais suscetível à queima, por conta da baixa umidade e ausência de chuvas. Esta vulnerabilidade reduz-se de maneira significativa na estação chuvosa. As mesmas conclusões são demonstradas em Santos (2017), em estudo que visava analisar o padrão bibliográfico de estudos que relacionam queimadas à ocorrência de mudanças nos indicadores atmosféricos da

Amazônia, e observou que o efeito sazonal é fator primordial no entendimento da dinâmica espacial de incêndios/queimadas no bioma, pois as queimadas aumentam significativamente na estação seca, sobretudo por ações antrópicas, o que eleva a quantidade de partículas suspensas.

Para discutir a respeito do uso da terra na referida bacia, percebe-se um aumento nos níveis de interações antrópicas ao longo da bacia, principalmente no entorno da bacia, em meados dos anos de 2009. O clima predominante da região é equatorial amazônico do tipo "Am", segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27 °C com pequena amplitude térmica, média de precipitação anual de 2.500mm e umidade relativa do ar atingindo valores médios anuais em torno de 80-85% (Martorano et al. 1993).

Figura 8 - Mapa de precipitação da Bacia hidrográfica do rio Mojuim (2002-2022)



Fonte: Autor (2025)

A análise dos dados de precipitação pluviométrica obtidos via plataforma CHIRPS revela que a bacia hidrográfica do rio Mojuim, que atua como divisor geográfico entre as duas Reservas Extrativistas (Resex), está inserida em uma macrorregião caracterizada por elevados totais pluviométricos acumulados (Figura 8). O comportamento climatológico histórico aponta que os volumes médios anuais se situam na faixa superior do gradiente estadual, variando entre 1.916,08 mm e 2.799,69 mm. Esse regime pluviométrico, típico da zona costeira da Amazônia

Oriental, exibe uma forte sazonalidade que regula o aporte de água doce no sistema estuarino (Souza Filho et al., 2006). Essa dinâmica hídrica é vital para a manutenção do equilíbrio hidrodinâmico, controle dos níveis de salinidade e sustentação ecológica das densas formações de manguezais e florestas alagáveis da região (Fernandes, 2003; Osland. 2018).

Entretanto, Valentim (2013) verificou a ocorrência de 3 períodos distintos no estuário do Mojuim com base na precipitação total mensal: um período chuvoso de janeiro a abril (490 a 320 mm/mês); um período intermediário de maio a julho (135 a 100 mm/mês); e um período seco de agosto a dezembro (35 a 0 mm/mês). Além disso, essa região apresenta variações dos parâmetros meteorológicos (ventos, temperatura do ar e precipitação) em função da sazonalidade (Silva 2017).

Medições por satélites, observações de campo e modelos climáticos indicam que os impactos do desmatamento sobre o clima dependem da extensão e do arranjo espacial das áreas convertidas, bem como dos usos do solo e de fatores climáticos globais (Marengo, 2020). Em áreas com desmatamento pontual inserido em matrizes florestais, observam-se alterações limitadas nas condições climáticas locais, como precipitação, temperatura e evapotranspiração.

Considerações finais

A análise multitemporal (2002-2022) do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Mojuim permitiu diagnosticar um intenso processo de reorganização espacial e fragmentação da paisagem terrestre. Os resultados comprovaram que a atividade pecuária constitui o principal vetor de pressão antrópica no entorno da bacia, registrando um crescimento expressivo de 91,44% na área ocupada, em detrimento da redução de 14,08% na Formação Florestal e de 13,01% na Floresta Alagável.

Em contrapartida, o ecossistema de manguezal demonstrou estabilidade territorial e resiliência, apresentando um leve incremento de 2,03% em sua cobertura, o que corrobora a eficácia do arcabouço protetivo conferido pelas Reservas Extrativistas Marinhas locais. No entanto, a expansão de pastagens e de infraestruturas nas zonas de amortecimento evidencia a vulnerabilidade dos fragmentos remanescentes e o isolamento ecológico da paisagem.

Conclui-se que o emprego das geotecnologias e de indicadores ambientais mostrou-se imprescindível para subsidiar o planejamento territorial e a gestão socioambiental da zona costeira paraense. O estudo reforça a premência de ações de fiscalização efetivas e da consolidação de planos de manejo voltados à conservação da biodiversidade e à manutenção dos serviços ecossistêmicos na bacia do rio Mojuim.

Agradecimentos

A referida pesquisa está integrada às atividades do Grupo de Estudo Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM, UFPA) e do grupo de pesquisa do Instituto de Geociências (IG, UFPA) que desde o ano de 2010 vem realizando atividades de ensino, pesquisa e extensão em Resex Marinhas na região nordeste do estado do Pará. Em parceria com a Associação dos Usuários da Resex de São João da Ponta e São Caetano de Odivelas (Mocajuim E Mocapajuba) e do ICMBio. Também, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7): Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO)**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f Acesso em: 15 fev. 2024.

ARAÚJO, G. F. B.; SILVA, A. M.; CORREIA, A. M. M. Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR): Uma análise na produção da farinha de mandioca no município de Bananeiras-PB. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 22., 2020, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ENGEMA, 2020. Disponível em: https://engema.org.br/22/anais/arquivos/331.pdf Acesso em: 10 dez. 2023.

ARIMA, E. Y. et al. Spontaneous colonization and forest fragmentation in the Central Amazon Basin. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 103, n. 6, p. 1485-1501, 2013.

ATLAS DOS MANGUEZAIS/ Instituto Chico Mendes da Biodiversidade. - Brasília: **Instituto Chico mendes de Conservação da Biodiversidade**, 176p, 2018. Disponível em:https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf Acessado: 03 de janeiro de 2024

BENDER, D. J.; TISCHENDORF, L.; FAHRIG, L. Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes. **Landscape Ecology**, v. 18, n. 1, p. 17-39, 2003.

BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm Acesso em: 22 fev. 2024.

COELHO, V. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS Desktop:**

release 10.3.1. Redlands: ESRI, 2015.

COSTA, F. E. V.; DOS SANTOS, N. S. L.; RODRIGUES, J. I. M. Apropriação da natureza para fins econômicos e problemáticas ambientais da bacia do rio Peixe-Boi na cidade de Peixe-Boi (PA.). **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 22-34, 2016.

COTA, T.; SILVA, F.; GONÇALVES, A.; LIMA, D.; CARAMELLO, N. Indicadores socioambientais como instrumento de gestão de território fluvial: comunidade de Rolim de Moura do Guaporé-RO. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 17, p. 29-54, 2019.

ERAZO, A. C. O. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental de cidades localizadas em áreas estuarinas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

FERNANDES, M. E. B. **Os Manguezais da Costa Norte Brasileira**. 1. ed. Maranhão: Fundação Rio Bacanga, 2003. 175 p. Disponível em: https://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/635 Acesso em: 21 mai. 2024.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Qualidade da água e abastecimento na Amazônia: o exemplo da bacia hidrográfica do rio Caeté. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 18, p. 135-157, 2010.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. cap. 4, p. 149-182.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite: Projeto Prodes**. São José dos Campos: INPE, 2014. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html Acesso em: 23 nov. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. 176 p. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf Acesso em: 03 jan. 2024.

LAURANCE, W. F. et al. The future of the Brazilian Amazon: development trends and deforestation. **Science**, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001.

MARENGO, J. A.; JUNIOR, C. S. **Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo: Articulação dos Povos Indígenas do Brasil (APIB)/Conectas Direitos Humanos/Engajamundo/Greenpeace, 2020. Artigo 19. Disponível em: https://www.conectas.org Acesso em: 05 mai. 2024.

MATAVELI, G. A. V.; SILVA, M. E. S.; PEREIRA, G.; KAWAKUBO, F. S.; BERTANI, G.; OLIVEIRA, B. S. Análise das queimadas e da precipitação em áreas de Cerrado do Maranhão a partir de dados do sensor MODIS e do satélite TRMM para o período 2002-2015. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 96, p. 11-30, 2017.

MARTORANO, L. G. 1993. Estudos climáticos do estado do Pará: classificação climática de Köppen e deficiência hídrica. SUDAM/EMBRAPA/SNLCS. Belém, p. 1-53.

MORAES, C. P. de; MELLO, K. de; TOPPA, R. H. Análise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2015.

MUCHAILH, M. C. et al. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA). **Confins** [Online], n. 16, 2012. Disponível em: http://journals.openedition.org/confins/7947 Acesso em: 15 abr. 2024.

OLIVEIRA, I. S. **Aplicação da metodologia P.E.I.R na análise da qualidade socioambiental da bacia hidrográfica do rio Mocajuba-PA**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

OSLAND, M. J. *et al*. Mangrove forests in a rapidly changing world: Global change impacts and conservation opportunities along the Gulf of Mexico coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 214, p. 120-140, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.09.011.

PROST, M. T.; MENDES, A. C. Dinâmica morfosedimentar dos manguezais amazônicos: Guiana Francesa, Amapá e Pará. In: MENDES, A. C.; PROST, M. T.; CASTRO, E. (org.). **Ecossistemas amazônicos: dinâmicas, impactos e valorização dos recursos naturais**. 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011. p. 17-33.

SANTOS, G. G. A. *et al*. Efeitos da escala e configuração da paisagem sobre comunidades vegetais em uma paisagem antropizada no nordeste da Amazônia. **Espacios**, v. 38, n. 46, p. 27-41, 2017.

SILVA, L. C. N.; BACANI, V. M. Classificação orientada a objeto (GEOBIA) aplicada à análise das alterações do uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata em Jardim e Bonito - MS. *Geografia*, v. 26, n. 1, p. 05-18, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2017v26n1p05. Acesso em: 22 mar. 2024.

SNEDAKER, S. C.; JIMENEZ, J. A.; BROWN, M. S. Anomalous aerial roots in Avicennia germans (L.) L. in Florida and Costa Rica. **Bulletin of Marine Science**, v. 31, n. 2, p. 467-470, 1981.

SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.

SOUZA FILHO, P. W. M. *et al*. Compartimentação morfoestrutural e evolução da planície costeira amazônica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 2, p. 283-294, 2006. Disponível em: https://www.rbg.sbgeo.org.br/rbg/article/view/12202 Acesso em: 21 mai. 2024.

TELES, G. C.; PIMENTEL, M. A. S. Análise de conflitos socioambientais nas Reservas

Extrativistas de São João da Ponta e Curuçá - PA. **Geoambiente On-line**, n. 31, p. 193-211, 2018. DOI: https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i31.48852. Disponível em: https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/48852 Acesso em: 30 mar. 2024.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E.; DIAS, L. C. C.; GONÇALVES, J. C. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de São Carlos - SP. **Ra'e Ga**, v. 44, p. 272-288, 2018. DOI: https://doi.org/10.5380/raega.v44i0.51139.

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L.; DA FONSECA, L. C. N. Análise do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense, entre os anos de 1999 e 2014. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 76-83, 2016.

VALE, J. R. B.; COSTA, J. A.; SANTOS, J. F.; SILVA, E. L. S. Análise comparativa de métodos de classificação supervisionada aplicada ao mapeamento da cobertura do solo no município de Medicilândia, Pará. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 4, n. 13, p. 26-44, 2018. DOI: https://doi.org/10.18764/2446-6549.v4n13p26-44. Acesso em: 05 abr. 2024.

VALENTIM, M. M. **Relação da salinidade e turbidez nos limites de um estuário amazônico**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

AUTORES

Rubens Ramos dias
Doutorando em Ciências Ambientais UFPA (2025); Membro do Projeto Pró Amazônia 2025, com o grupo (TC4); Mestre em Ciências Ambientais UFPA (2023); Especialista em Analise Ambiental pela UFPA (2019). Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará (2017). Educador Ambiental (ICMBio, 2018). Colaborador e coordenador eventual Biólogo do Programa Monitora de Vegetação e Caranguejo-Uçá na área de caranguejo nas Reservas Marinha Chocoare Mato Grosso, Santarém Novo, PA (2018,2019,2020), Reserva Extrativista Marinha Mestre Lucindo, Marapanim/PA (2019), NGI Bragantino (2019,2020,2021. 2023,2024,2025). Coordenador do grupo de Voluntariado na Resex Chocoare Mato Grosso, Santarém Novo, PA (2017/2018), com a linha Temática sobre Educação Ambiental. Exerceu atividade no cadastro do SISFAMILIA no município de Marapanim, PA (2019), Monitor do Protejo de Educação Ambiental na Resex Cuinarana, Magalhães Barata, PA (2019).
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0040-6794
E-mail: dias.rubens04@gmail.com

Marcia Aparecida da Silva Pimentel
Licenciada e Bacharel em Geografia. Doutora em Geografia pela USP. Professora da UFPA, com atuação no Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO-UFPA) e de Ciências Ambientais (PPGCA-UFPA). Possui experiência em ensino, extensão e pesquisa na perspectiva da paisagem, percepção e planejamento, com foco em áreas costeiras e comunidades tradicionais. Coordena o Grupo de Pesquisa Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM/UFPA).
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9893-9777
E-mail: mapimentel@ufpa.br

Wellingtton Augusto Andrade Fernandes
Doutor e Mestre em Geografia (UFPA). Especialista em Geoprocessamento e Georreferenciamento (UFRA). Especialista em Gestão Ambiental (UFPA). Bacharelado e Licenciado em Geografia (UFPA). Formação técnica em Geodésia e Cartografia (IFPA). Atualmente ocupa o cargo efetivo de Professor/EBTT (Classe A/ Nível 1) no Instituto Federal de Pará (IFPA) - Campus Castanhal. É Lider do Grupo de Pesquisa GEO3EDUCA+. Exerceu o cargo efetivo de Técnico/Geógrafo (Classe E/ Nível IV) na Universidade Federal do Pará (UFPA) durante 9 anos, onde também exerceu a função de coordenador do Laboratório de Análises Espaciais (LAENA) do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA). Atuando principalmente com ênfase em Dinâmica da Paisagem, Biogeografia, Planejamento Ambiental, Análise Espacial, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Professor/orientador medalhista na I Olimpíada Brasileira de Geoinformação. Agraciado com o Prêmio Destaque da Iniciação Científica e Tecnológica da UFPA.
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5609-8973
E-mail: w.fernandes@ifpa.edu.br

Data de submissão: 21 de maio de 2026.
Aceito para publicação: 23 de outubro de 2026.
Data de publicado: 03 de novembro de 2026.