



Áreas protegidas como escudos contra o desmatamento na microrregião de Parauapebas, Pará

Márcia de Almeida^{1,*}

 <https://orcid.org/0000-0002-4485-4556>

*Contato principal

Cláudio Farias de Almeida Junior¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4031-1239>

Tatiane Farias de Almeida¹

 <https://orcid.org/0009-0000-8657-7975>

¹ Universidade Federal do Pará/UFPA, Brasil. <marcia.agua.ufop@gmail.com, junioralmeda41@gmail.com, tatiane.ufpa23@gmail.com>.

Recebido em 30/08/2024 - Aceito em 08/11/2024

Como citar:

Almeida M, Almeida Junior CF, Almeida TF. Áreas protegidas como escudos contra o desmatamento na microrregião de Parauapebas, Pará. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(1): 96-108. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2675>

Palavras-chave: Pastagem; terras indígenas; unidade de conservação.

RESUMO – O estado do Pará lidera entre as unidades federativas brasileiras mais afetadas pela perda de cobertura florestal, registrando redução de aproximadamente 4.162,00 km² em 2022, sendo 24,8% desse total sobre as áreas protegidas. Diante disso, esta pesquisa teve por objetivo analisar a importância das unidades de conservação federais e de terras indígenas frente ao desmatamento na microrregião de Parauapebas, identificando os principais locais afetados, a fim de fornecer insights para fortalecimento das políticas de conservação ambiental. As informações sobre o uso e a cobertura do solo foram obtidas a partir do Projeto MapBiomas, coleção 08, abrangendo os mapeamentos realizados nos anos de 1985 a 2022. Os dados de desmatamento foram extraídos do PRODES/INPE, no recorte temporal de 1988 a 2022. Na elaboração dos mapas, empregou-se o software de geoprocessamento QGIS 3.16, utilizando-se o plugin r.report do GRASS para a medição das áreas das diferentes classes. Com base nos resultados, evidenciou-se que, ao longo de 37 anos, houve diminuição de 2% na extensão das formações florestais nas áreas protegidas, enquanto as áreas externas sofreram redução de 78%. Tendo em vista as extensões contíguas às áreas protegidas, observou-se um aumento significativo nas atividades de mineração, na expansão desordenada das áreas urbanas e, sobretudo, aumento da área destinada à pastagem, a qual agora corresponde a 48% da cobertura da terra. Conclui-se que a discrepância nos padrões de desmatamento entre as áreas protegidas e as regiões circundantes acentua o papel primordial desempenhado por esses ambientes protegidos na preservação das florestas.

Protected areas as shields against deforestation in the Parauapebas microregion, Pará

Keywords: Pasture; indigenous lands; conservation unit.

ABSTRACT – The state of Pará leads among the Brazilian federative units most affected by the loss of forest cover, registering a reduction of approximately 4,162.00 km² in 2022, with 24.8% of this total occurring in protected areas. In view of this, this research aimed to analyze the importance of federal conservation units and indigenous lands in the face of deforestation in the Parauapebas microregion, identifying the main affected areas in order to provide insights for strengthening environmental conservation policies. Information on land use and land cover was obtained from the MapBiomas Project, collection 08, covering mapping carried out from 1985 to 2022. Deforestation data were extracted from PRODES/INPE, in the time frame from 1988 to 2022. The maps were created using the QGIS 3.16 geoprocessing software, utilizing the GRASS r.report plugin to measure the areas of the different classes. Based on the results, it was evident that, over 37 years, there was a 2% decrease in the extent of forest formations in protected areas, while external areas suffered a reduction of 78%. Considering the areas contiguous to the protected areas, there was a significant increase in mining activities, the disorderly expansion of urban areas, and, above all, in the increase in the area designated for pasture, which now corresponds to 48% of the land cover. It is concluded that the discrepancy in deforestation patterns between protected areas and surrounding regions highlights the key role played by these protected environments in preserving forests.

Áreas protegidas como escudos contra la deforestación en la microrregión de Parauapebas, Pará

Palabras llave: Pasto; tierras indígenas; unidad de conservación.

RESUMEN – El estado de Pará lidera entre las unidades federativas brasileñas más afectadas por la pérdida de cobertura forestal, registrando una reducción de aproximadamente 4.162,00 km² en 2022, con el 24,8% de ese total en áreas protegidas. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo analizar la importancia de las unidades federales de conservación y las tierras indígenas frente a la deforestación en la microrregión de Parauapebas, identificando las principales localidades afectadas, con el fin de brindar conocimientos para fortalecer las políticas de conservación ambiental. La información sobre uso y cobertura del suelo se obtuvo del Proyecto MapBiomas, colección 08, abarcando mapeos realizados en los años 1985 a 2022. Los datos de deforestación se extrajeron de PRODES/INPE, en el período de 1988 a 2022. En la elaboración de los mapas, se utilizó el software de geoprocésamiento QGIS 3.16, utilizando el complemento GRASS r.report para medir las áreas de las diferentes clases. Con base en los resultados, se evidenció que, en 37 años, hubo una reducción del 2% en la extensión de las formaciones forestales en las áreas protegidas, mientras que las áreas externas sufrieron una reducción del 78%. Considerando las extensiones adyacentes a las áreas protegidas, hubo un aumento significativo de las actividades mineras, la expansión desordenada de las áreas urbanas y, sobre todo, el aumento del área destinada a pastos, que ahora corresponde al 48% de la cobertura del suelo. Se concluye que la discrepancia en los patrones de deforestación entre las áreas protegidas y las regiones circundantes acentúa el papel principal que desempeñan estos ambientes protegidos en la preservación de los bosques.

Introdução

No cenário ambiental global, o Brasil figura como um país de grande importância, visto que abriga cerca de 60% da maior floresta tropical do mundo – a Amazônia [1]. Essa região se caracteriza por notável biodiversidade, extensas reservas de água

doce e abundância de outros recursos naturais [2]. Entretanto, ano após ano, esse patrimônio natural tem sido condicionado à intensa exploração econômica que geram impactos refletidos na degradação ambiental [3][4].

Um dos impactos mais críticos, com implicações significativas para a biodiversidade, refere-se ao desmatamento ilegal e à conversão de florestas em áreas destinadas à agropecuária [3][5]. Em resposta a essa questão, junto ao desenvolvimento de políticas ambientais no Brasil, levou-se à criação de unidades de conservação (UCs) que foram instituídas principalmente para atuarem como mecanismos de defesa contra o desmatamento excessivo, protegendo a biodiversidade do território circundado [6].

Para o período atual, entre os anos de 2020 e 2022, a região da Amazônia Legal testemunhou acentuado aumento nas taxas de desmatamento, revelados nas mudanças de uso e cobertura do solo [7]. Ademais, Gusmão *et al.* [8] afirmam que esse processo está associado à degradação florestal e ao crescimento das atividades de uso e ocupação do solo que se expandem sobre as UCs, principalmente nas florestas nacionais da Amazônia brasileira.

Nessa conjuntura, o estado do Pará manteve-se como líder entre as unidades federativas mais afetadas pela perda de cobertura florestal, registrando redução de aproximadamente 4.162,00 km² no último ano. É relevante destacar que 24,8% desse total correspondem a áreas protegidas [9]. Segundo Geldmann *et al.* [10] essas pressões sobre as áreas protegidas ocorrem também em nível mundial, contudo, as superfícies terrestres desprotegidas em termos ambientais legais experimentam maiores impactos antrópicos.

Dentro desse contexto, a microrregião de Parauapebas, localizada no estado do Pará [11], apesar de abrigar grande parte do Mosaico de Carajás, composto por cinco UCs, compreende uma região marcada por intensas atividades agropecuárias e minerais, fatores que exercem pressão sobre suas florestas nativas [12].

Dada a complexidade das ameaças existentes, os impactos decorrentes do desmatamento e a importância de preservação das florestas, é fundamental o desenvolvimento de estudos diagnósticos sobre a microrregião supracitada. Esses estudos são essenciais, tendo em vista que as informações produzidas podem orientar os processos de tomada de decisão da gestão ambiental [13].

Assim, por meio da caracterização da evolução temporal do uso e ocupação do solo e do mapeamento das áreas desmatadas, é possível realizar uma análise assertiva dos diversos fatores envolvidos nesse processo. Isso possibilita que sejam feitos diagnósticos

que auxiliem nas tomadas de decisão, fortalecendo as estratégias de monitoramento do território [13][14].

Existem diferentes tipos de UCs, cada uma com objetivos e características distintas, mas, para a finalidade desta pesquisa, o termo “áreas protegidas” remete somente às UCs federais e terras indígenas legalmente reconhecidas, localizadas nos limites geográficos da área de estudo.

Com essa questão definida, busca-se analisar a importância dessas áreas protegidas frente ao desmatamento na microrregião de Parauapebas, identificando os principais locais afetados, a fim de fornecer *insights* para fortalecimento das políticas de conservação ambiental.

Metodologia

Localização e caracterização da área de estudo

Localizada no sudeste paraense, a área de estudo compreende a microrregião de Parauapebas, constituída por cinco municípios: Água Azul do Norte (6°47'28» S, 50°28'01» O), Canaã dos Carajás (6°29'51» S, 49°52'42» O), Curionópolis (6°3'58» S, 49°33'40» O), Eldorado dos Carajás (6°6'31» S, 49°20'47» O) e Parauapebas (6°4'15» S, 49°54'15» O) [11] (Fig. 1). Possui extensão territorial de 22.472,357 km² [11], sendo que 40,75% são áreas protegidas compostas pela área de proteção ambiental (APA) do Igarapé Gelado, criada por meio do Decreto nº 97.718, de 05 de maio de 1989 [15], Floresta Nacional (FLONA) de Carajás, criada através do Decreto nº 2.486, de 02 de fevereiro de 1998 [16], Parque Nacional (PARNA) dos Campos Ferruginosos originado a partir do Decreto sem nº, de 05 de junho de 2017 [17], que são UCs federais, e pela terra indígena Xikrin do Rio Cateté, homologada por meio do Decreto nº 384, de 24 de dezembro de 1991 [18].

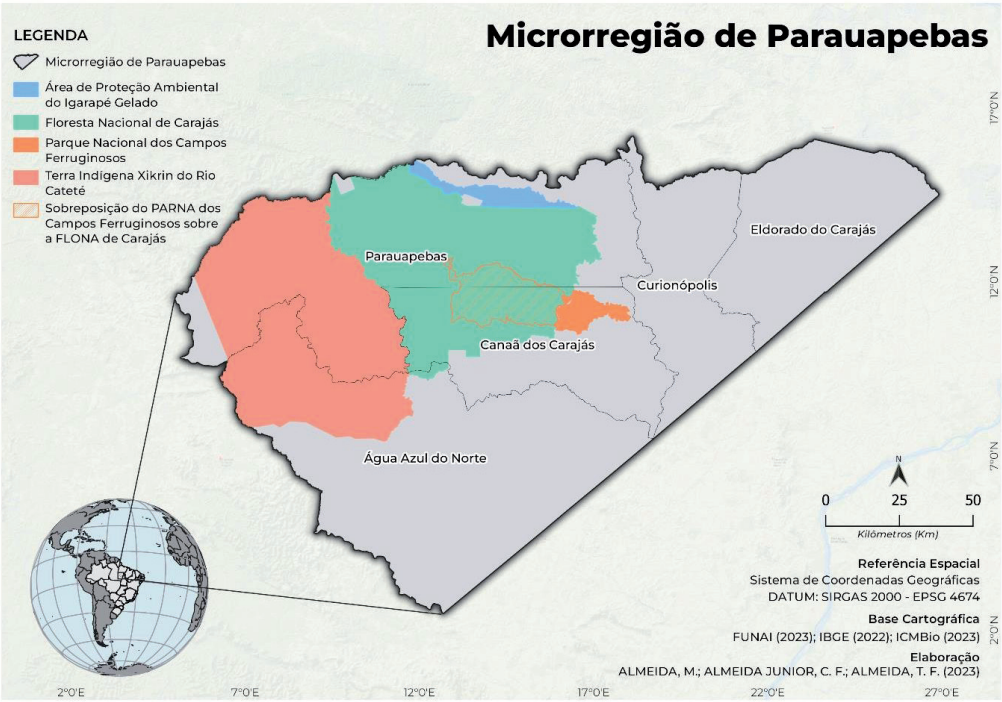


Figura 1 – Localização geográfica da microrregião de Parauapebas.
Fonte: Autores, 2023.

A distribuição das áreas protegidas que fazem parte da composição territorial dos municípios integrantes da microrregião de Parauapebas encontra-se descrita na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Composição territorial dos municípios [1][6][7].

Municípios	Área Territorial (km²)	Áreas protegidas (km²)			
		APA do Igarapé Gelado	FLONA de Carajás	PARNA dos Campos Ferruginosos	TI Xikrin do Rio Cateté
Água Azul do Norte	7.113,955	-	33,02	-	1.571,921
Canaã dos Carajás	3.146,821	-	1.193,033	629,493	-
Curionópolis	2.369,096	-	-	-	-
Eldorado dos Carajás	2.956,691	-	-	-	-
Parauapebas	6.885,794	232,851	2.684,518	161,351	2.650,647
Microrregião de Parauapebas	22.472,357	232,851	3910,571	790,844	4222,568

Na esfera socioeconômica, o Censo Demográfico de 2022 registrou uma população de 409.725 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 18,232 hab/km² [19]. A principal fonte econômica da microrregião é a mineração, seguida pelo comércio e serviços, além das atividades agropecuárias [19].

Conforme a classificação de Köppen-Geiger, a microrregião apresenta clima tropical de monção – Am [20], caracterizando-se pelos menores índices pluviométricos do estado do Pará, variando entre 1650 e 1950 mm [21]. A vegetação predominante é a floresta ombrófila aberta submontana, com ocorrência de florestas ombrófilas densas submontanas [22].

Procedimentos Metodológicos

i. Aquisição de dados: para alcançar o objetivo deste trabalho, foram utilizados dados disponibilizados pelo MapBiomias e pelo PRODES/INPE. As informações sobre o uso e a cobertura da terra foram obtidas a partir do Projeto MapBiomias, coleção 08, abrangendo os mapeamentos realizados nos anos de 1985 a 2022. Os dados de desmatamento foram extraídos do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no período compreendido entre os anos de 1988 a 2022. Destaca-se que o PRODES estabelece como desmatamento a remoção da vegetação nativa da área [23]. Embora as imagens utilizadas pelos órgãos responsáveis apresentem resolução espacial limitada, o que pode gerar divergências entre o observado e a realidade [24], é importante mencionar que a acurácia de mapeamento elaborado pelo MapBiomias, englobando todos os biomas, estatisticamente apresenta excelentes índices de validação [25][26].

Processamento dos dados: Os países amazônicos implementam cada vez mais o monitoramento de seus territórios por meio de tecnologias de sensoriamento remoto e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) [10][27][8]. Logo, na elaboração dos mapas, empregou-se o software de geoprocessamento QGIS 3.16, que é uma ferramenta SIG, adotando o Datum Sirgas 2000, UTM ZONA 22S. Assim, foram elaborados os mapas de desmatamento. Com o objetivo de obter as áreas das diferentes classes de uso e cobertura

do solo, realizou-se a classificação do arquivo raster e utilizou-se o plugin r.report que está presente no GRASS GIS, para produzir relatórios contendo as informações necessárias para o estudo. O plugin supracitado possibilitou a contagem dos pixels, resultando na obtenção do valor das áreas em km². Estudos recentes tem explorado essa ferramenta para analisar dados temporais do uso e cobertura dos solos, pois proporciona resultados satisfatórios com rapidez e precisão [28][29].

Resultados e Discussão

Modificações no uso e cobertura da terra

De posse dos dados do MapBiomias e com o uso das técnicas de geoprocessamento, foi possível analisar comparativamente as mudanças espaciais ocorridas nas paisagens da microrregião de Parauapebas, entre os anos de 1985 e 2022 (Figura 2).

Ao observar os detalhes das classes de uso e cobertura do solo identificadas no mapa referenciado na Figura 2, tomando-se aqui a título de exemplificação inicial, verifica-se com nitidez que dentre as principais modificações ocorridas nas classes analisadas, é possível constatar que a formação florestal foi a que mais perdeu área. Anteriormente, ocupava 87,02% (19.573,90 km²) da microrregião, todavia, em 2022 esse percentual caiu para 47,77% (10.743,37 km²).

As transformações vivenciadas ao longo de um período de 37 anos, levaram a uma diminuição de 2,2% na extensão das formações florestais nas áreas protegidas, enquanto as áreas externas sofreram uma redução significativamente maior, chegando a 78%. Esses dados demonstram a eficácia das áreas protegidas em mitigar mudanças drástica nas classes originais de cobertura da terra.

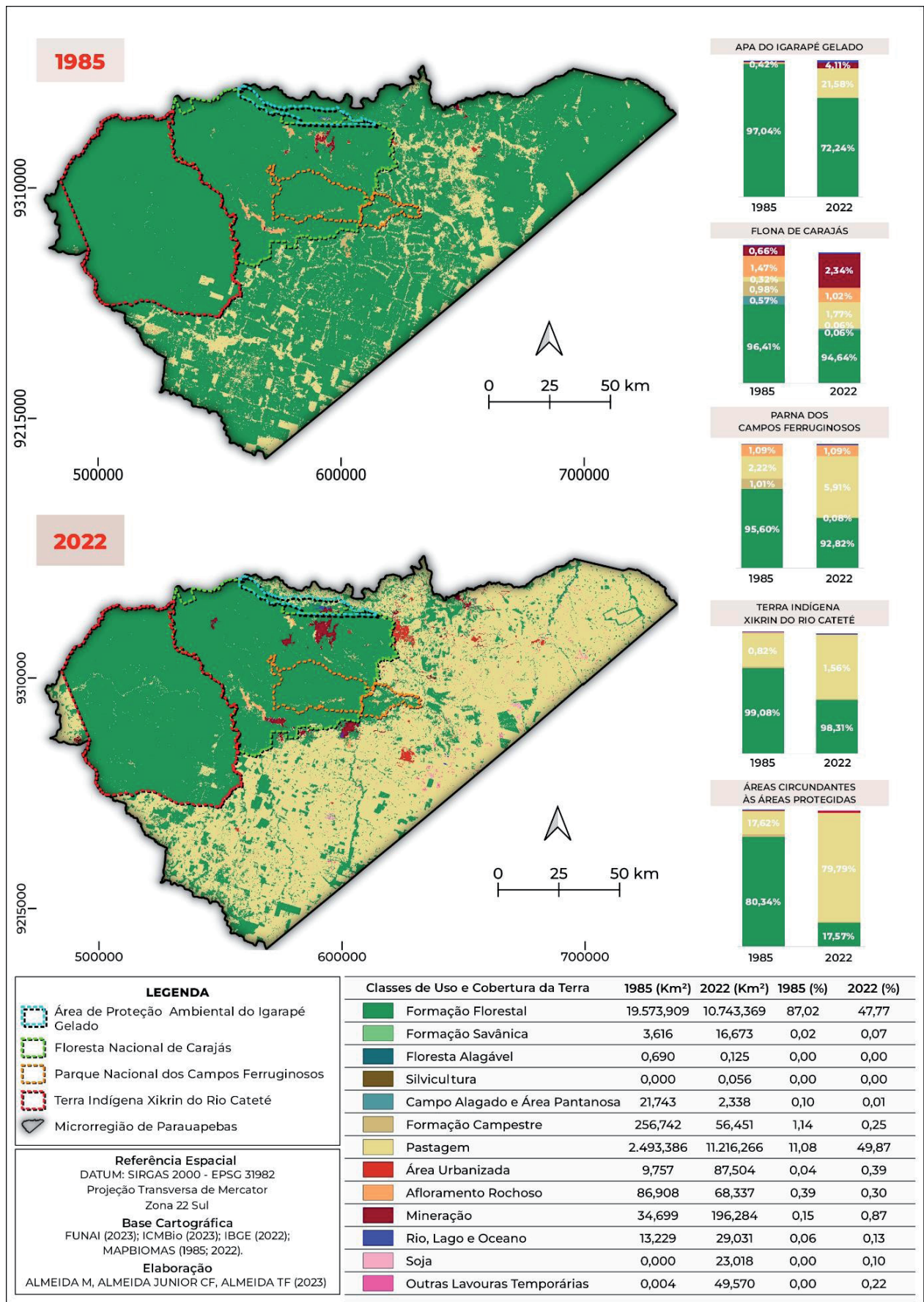


Figura 2 – Uso e cobertura da terra na microrregião de Parauapebas, 1985-2022.
Fonte: Autores, 2023.

A maior parte das áreas anteriormente cobertas por florestas foi convertida em pastagem. Esse processo é evidenciado quando se observa que a classe pastagem foi a qual mais cresceu entre 1985 (2.493,38 km²) e 2022 (11.216,26 km²), ocupando atualmente 49,87% do território da microrregião de Parauapebas (Figura 2), pois baseiam-se no modelo pecuarista da Amazônia Legal [23], com a criação extensiva de gados que requer a ocupação de grandes áreas. Um estudo similar ocorrido na Amazônia também notou que a classe de floresta apresentou a maior perda de área, em função do aumento da classe de pastagem [30].

Visto que a microrregião de Parauapebas abriga parte de uma das maiores reservas mineralógicas de ferro de alto teor do mundo [31], a classe de mineração tende a expandir. Com base nos resultados apresentados na Figura 2, evidenciou-se que a área de mineração registrou crescimento de 34,67 km² em 1985 para 196,28 km² em 2022, o que reflete um crescimento aproximadamente cinco vezes maior durante o período analisado.

Nessa conjuntura, dentro da FLONA de Carajás, as atividades de mineração cresceram de 0,66% em 1985 para 2,34% em 2022. É importante mencionar que o Decreto de criação da referida UC assegurou à Companhia Vale do Rio Doce, atualmente Vale S.A., e as empresas mineradoras dela decorrentes, o direito de realizar pesquisas e lavra mineral desde que observadas as disposições legais pertinentes [16]. No contexto socioeconômico, as atividades minerárias no sudeste paraense colocam o estado do Pará como destaque de arrecadação econômica no cenário nacional [23].

Outro aspecto identificado foi o aumento das áreas urbanizadas, que passaram de 9,16 km² em 1985 para 87,50 km² em 2022, representando 0,39% do território (Figura 2). A esse respeito Kzam [32] relata que, de forma similar à Amazônia Oriental, a microrregião de Parauapebas, nas últimas décadas, tem experimentado uma expansão das frentes econômicas, as quais promovem a urbanização do território, em consequência principalmente do avanço da agropecuária e da mineração.

Conforme o último censo do IBGE [19] ocorreu um expressivo crescimento demográfico nos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas, estando entre as cidades que tiveram maior crescimento populacional em termos percentuais no Brasil. Esse fenômeno está atrelado à migração de pessoas em busca por empregos nas grandes

empresas mineradoras atuantes na microrregião [32] que corroboram para o desenvolvimento urbano desordenado e um crescimento demográfico superior à média nacional [19] que irão gerar impactos negativos nos ambientes naturais [33][34].

Não somente nas duas cidades citadas, mas em todos os municípios da microrregião, há uma grande presença da população migrante, oriundas de diferentes lugares do território brasileiro, e imigrantes atraídos pelas diversas frentes econômicas que aqui se constituíram [13].

Ao levar em consideração as extensões contíguas às áreas protegidas, observou-se aumento significativo nas atividades de mineração, na expansão das áreas urbanas e, sobretudo, no aumento da área destinada a pastagem, a qual agora corresponde aproximadamente a 80% da cobertura do solo, enquanto sobre as áreas protegidas compreendem a 2,17% distribuídos por todas as UCs federais e terra indígena estudada (Figura 2). Esses resultados confirmam estudos anteriores que analisaram dados de cobertura vegetal obtidos por sensoriamento remoto, revelando que embora as Áreas protegidas sofram perdas florestais, essas perdas são, significativamente menores dentro dos limites das mesmas em comparação às áreas externas, sendo a pastagem a principal responsável pelo desmatamento nas UCs [10][27][8].

Nesse viés, o PARNA dos Campos Ferruginosos corresponde à UC com maior crescimento percentual de classe de pastagem, equivalente a 5,91% de sua área total. Esse fato, se opõe aos objetivos para os quais o PARNA foi criado, que incluem, entre outros, a proteção da biodiversidade e da vegetação dos campos rupestres ferruginosos e a estabilidade ambiental da região em que está inserido [17] [33]. Ressalta-se que regiões que abrigam esse tipo de biodiversidade geralmente enfrentam diversos desafios para sua proteção devido às atividades antrópicas do seu entorno e a ineficiência das medidas de proteção ambiental [12][13][33].

É importante salientar que, como a microrregião não possui maiores áreas disponíveis para expansão do setor agropecuário, então deve-se atentar para possibilidade de intensificação do avanço dessas atividades sobre as áreas florestais protegidas. Frente a essa situação, há necessidade de estabelecer uma avaliação crítica sobre as mudanças na legislação ambiental, para que seja revisada com a participação da comunidade científica, com o objetivo de reformular os

instrumentos jurídicos que norteiam a conservação da biodiversidade desses ecossistemas para que se tornem mais eficazes, bem como é urgentemente necessário apoiar as políticas públicas existentes, não apenas com financiamento, mas possibilitar meios operacionais que permitam desenvolver as capacidades de gestão das UCs [34][35].

Diante disso, os resultados obtidos pelo corrente estudo reafirmam sobre a importância de se estabelecerem políticas públicas que visem fortalecer e valorizar as UCs e terras indígenas que são essenciais para a proteção das florestas, possibilitando colocar em prática o principal objetivo das áreas protegidas: a conservação da natureza [15][16][17][18][34]. Essa tendência é corroborada por estudos científicos que apontam as APs como mecanismo de redução do desmatamento na Amazônia [8][36].

Portanto, torna-se necessário promover debates entre a comunidade científica, membros do legislativo e tomadores de decisão, com vistas ao desenvolvimento de indicadores e estratégias eficazes que diminuam o raio de ação dos sujeitos que fazem a apropriação ilegal dos recursos naturais.

Índice de desmatamento e efetividade das áreas protegidas

O intenso processo de desmatamento na extensão da área de estudo foi evidenciado através da espacialização dos dados PRODES/INPE do desmatamento acumulado no período compreendido entre 1988 e 2022. Com a obtenção do mapa representado na Figura 3, foi possível analisar em quais áreas o desmatamento está distribuído e quais são as mais impactadas.

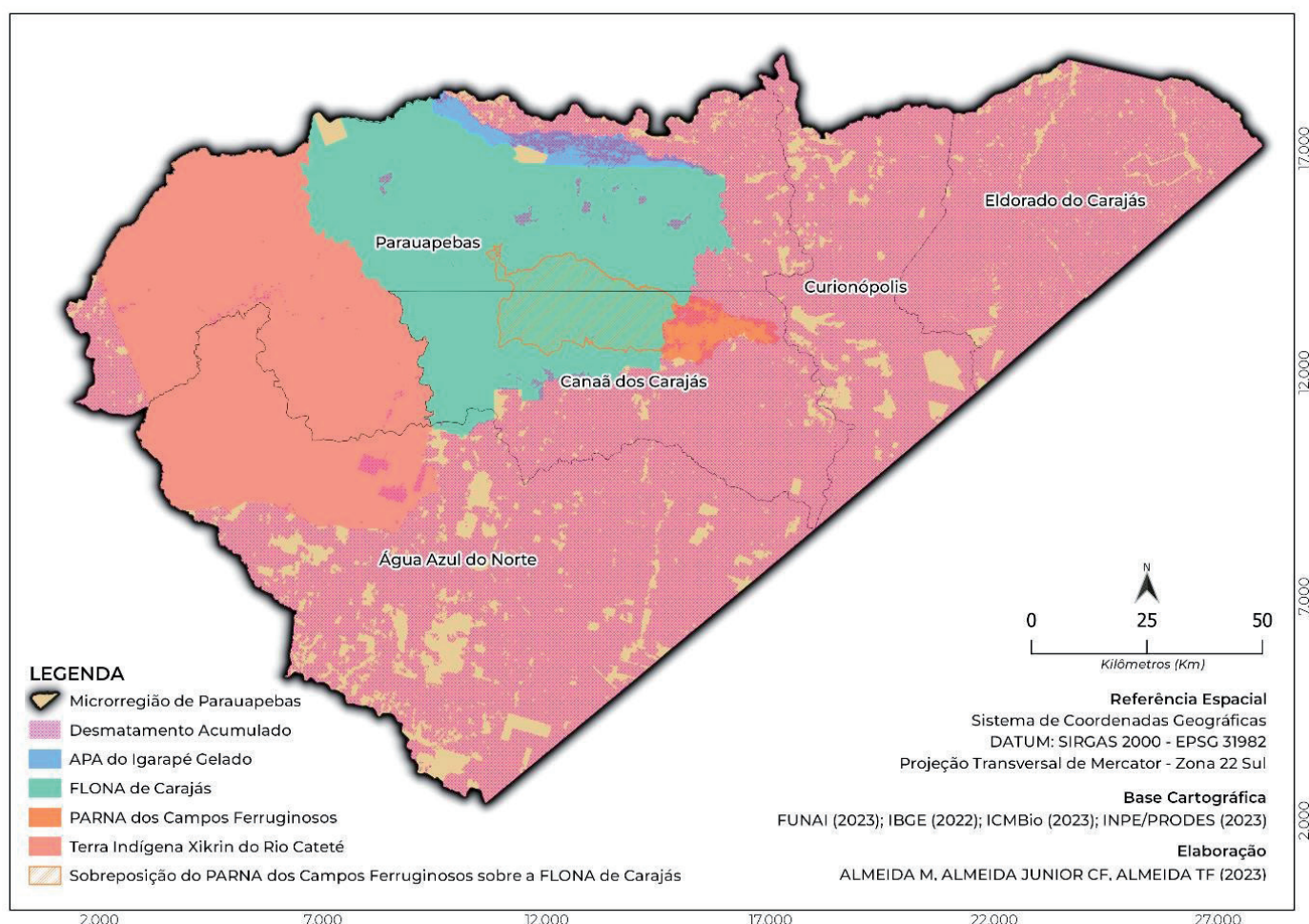


Figura 3 – Desmatamento acumulado na microrregião de Parauapebas, 1988-2022.

Fonte: Autores, 2023.

A identificação dos agentes concretos responsáveis pelo desmatamento na microrregião de Parauapebas é complexa. No entanto, ao comparar o mapa de desmatamento acumulado (Figura 3) que revela a grande perda florestal da área de estudo, com o mapa de uso e cobertura da terra (Figura 2) percebe-se que a redução da vegetação nativa pode ser explicada principalmente pelo processo de pastagem extensiva. Essa diminuição das áreas de florestas nos municípios do sudeste paraense está intimamente relacionada ao aumento das atividades agropecuárias [32]. E, de fato, a pastagem é a classe dominante na paisagem atual dessa microrregião.

Verifica-se que as áreas onde as florestas nativas ainda estão presentes correspondem principalmente às áreas sob proteção. Contudo, nota-se que o desmatamento também ocorre dentro dessas regiões, motivado principalmente pelas atividades de pastagem e pela exploração mineral (Figura 2). À medida que as áreas do entorno caminham para o esgotamento, ocorre a confluência das frentes de desmatamento para dentro das áreas protegidas, conforme ilustra o mapa na Figura 3. Quando localizadas em regiões fronteiriças a arcos de desmatamento, esses territórios protegidos enfrentam pressões advindas de todos os lados [23].

A proporção total do índice de desmatamento cumulativo na microrregião de Parauapebas, no período estudado, é de 55,9% de sua totalidade, abrangendo cerca de 22.472,357 km² até o ano de 2022 (Figura 3). No entanto, existe uma grande disparidade na proporção desse índice ao se considerar a incidência de desmatamento dentro e fora das áreas protegidas.

A análise dos resultados revela que apenas 2,4% da área desmatada está localizada dentro das áreas protegidas, enquanto 97,6% aconteceram fora desses limites. Nesse sentido, essa disparidade mostra que as áreas protegidas desempenham um papel crucial na preservação dos espaços naturais e na mitigação do desmatamento.

Sustenta-se, então, que a baixa taxa de desmatamento dentro dessas áreas é reflexo das medidas de proteção e regulamentação aplicadas pelos órgãos que possuem responsabilidade ambiental. Eles agem de maneira eficaz para conter o avanço da degradação ambiental, visto que atuam na vigilância, realizando a proteção e fiscalização do território [13].

Sob essa perspectiva, estudos apontam que áreas protegidas, quando bem gerenciadas, são fundamentais para a conservação da biodiversidade e para a proteção de recursos naturais contra atividades antrópicas exploratórias [13][23] [30]. Nesse sentido, o uso de tecnologias avançadas, a exemplo os satélites de observação terrestre e sensoriamento remoto, como o Disaster Monitoring Constellation (DMC) de alta resolução, promovem suporte à proteção do meio ambiente, auxiliando na avaliação dos impactos em larga escala que os ecossistemas sofrerão [37][38][39]. Cita-se, ademais, o advento da inteligência artificial (IA), na qual modelos de IAs podem ser treinados para prognóstico do desmatamento, auxiliando no monitoramento e gestão dessas áreas [40][41].

Ao tratar as áreas contíguas às áreas protegidas, chama atenção a alta proporção de desmatamento, que instiga indagações sobre a eficácia das políticas voltadas para o uso do solo nos municípios analisados. Na esteira dessa reflexão, percebe-se a diferenciação de gestão dos espaços, revelando uma necessidade urgente de estratégias político-territoriais mais eficazes, que estejam pautadas na conservação e no desenvolvimento econômico.

Além disso, os dados mostram o avanço do desmatamento sobre as áreas protegidas. Nesse caso, se faz necessário adoção de medidas que atenuem essa problemática, como a extensão das ações de proteção para as áreas adjacentes. Na conjuntura local temos por exemplo o Projeto Horizontes, que pretende realizar a recuperação de áreas degradadas no entorno das UCs. O referido projeto é resultante de uma parceria entre a mineradora Vale e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão gestor das UCs federais que fazem parte deste estudo [42].

De maneira mais abrangente, a Figura 4 complementa essa discussão comparando o percentual das áreas territoriais, das áreas protegidas e do índice de desmatamento acumulado dos municípios envolvidos pela microrregião de Parauapebas, considerando o recorte temporal de 1988 a 2022.

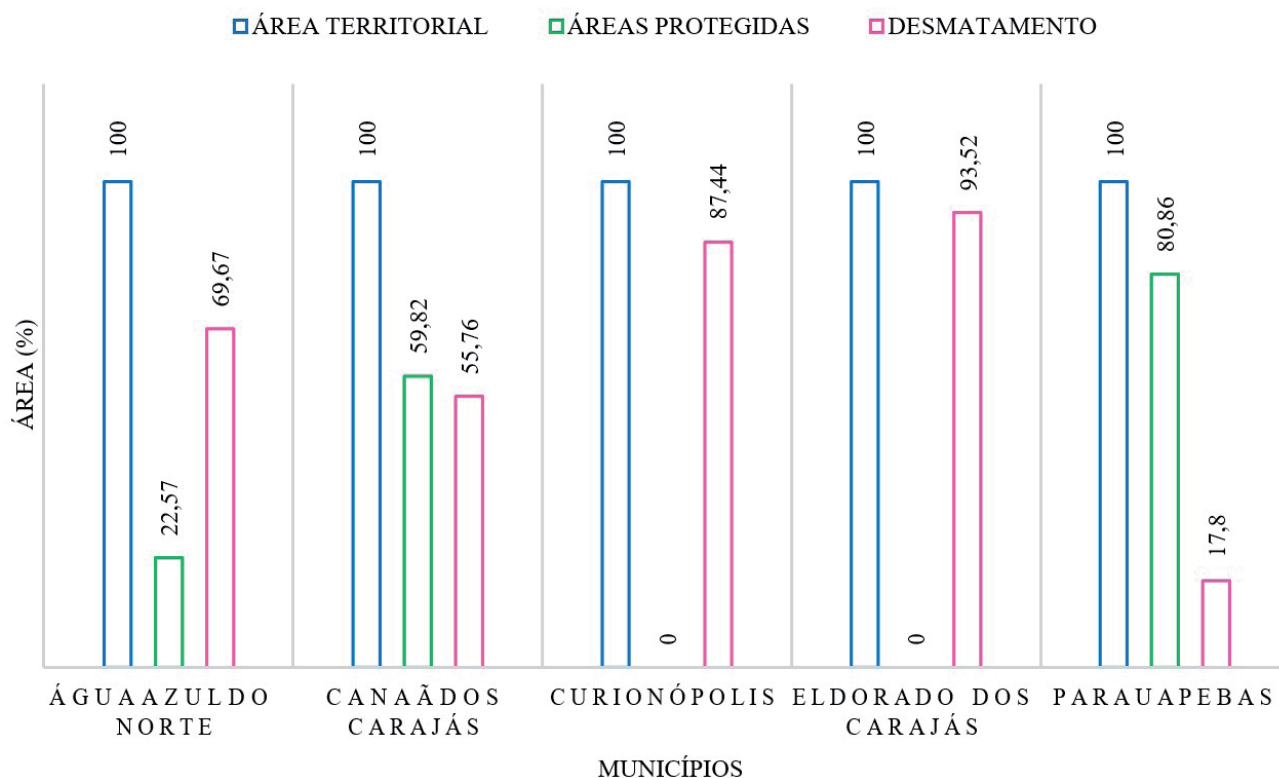


Figura 4 – Área territorial, áreas protegidas e desmatamento acumulado nos municípios da microrregião de Parauapebas, 1988-2022 [20][43][44][9].

Conforme a figura acima demonstra, o município de Água Azul do Norte possui aproximadamente 23% de seu território coberto pela FLONA de Carajás, uma área designada como protegida. Canaã dos Carajás abriga partes da FLONA de Carajás e do PARNA dos Campos Ferruginosos, totalizando cerca de 60% de seu território sendo áreas protegidas. Já o município de Parauapebas conta com aproximadamente 81% de sua área ocupada por três UCs federais e a terra indígena Xikrin do Rio Cateté. Diante disso, verifica-se que a distribuição das áreas protegidas varia significativamente entre esses municípios.

Observa-se na análise dos índices de desmatamento acumulado que os valores são de 69,67% para Água Azul do Norte, 55,76% para Canaã dos Carajás e 17,80% para Parauapebas (Fig. 4). Esses percentuais apontam para uma correlação inversa entre a proporção de território com áreas protegidas e os índices de desmatamento.

Em contraste, os municípios da microrregião de Parauapebas que não possuem áreas protegidas das categorias abordadas por este trabalho, que são Curionópolis e Eldorado dos Carajás, enfrentaram um intenso processo de desmatamento, com perdas de 87,44% e 93,52% de suas florestas nativas, respectivamente (Figura 4).

Portanto, a mensuração da importância das áreas protegidas no combate à dinâmica do desmatamento revela que essas áreas podem ser uma medida eficaz para a redução da supressão das florestas nativas. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com estudos anteriores [12][14][23][30].

Por fim, para além da dualidade observada entre as áreas protegidas e não protegidas aqui tratadas, neste estudo tem-se um recorte da complexidade das mudanças territoriais na Amazônia. Essas transformações são acompanhadas por fatores socioeconômicos que impulsionam o desmatamento e alteram o uso e cobertura do solo. Logo deve-se pensar com uma visão prospectiva, de forma a garantir a existência das florestas e que também seja possível avançar economicamente.

Conclusão

Com a análise do uso e cobertura da terra foi possível compreender as mudanças de classes no período estudado. E com os dados sobre o desmatamento, além da identificação da distribuição espacial do índice de desmatamento cumulativo na

microrregião de Parauapebas, foi possível determinar a proporção desse índice dentro e fora de suas áreas protegidas.

Tanto os dados do MapBiomias, quanto as informações do PRODES/INPE, mostram que as áreas protegidas atuam como escudo contra o desmatamento e as mudanças de uso e cobertura da terra. Nessa perspectiva, o estudo apresenta informações relevantes sobre a importância das UCs federais e terras indígenas diante das pressões exercidas sobre as florestas nativas pelos setores agropecuário, e mineral, que resultam em um acelerado desmatamento na microrregião.

Pode-se concluir que os resultados reforçam a relevância das áreas protegidas na mitigação do desmatamento, garantindo a perenidade dos serviços ecossistêmicos. Assim, uma vez estabelecidas essas áreas, é primordial investir em tecnologias avançadas de monitoramento e vigilância para que dessa forma seja possível garantir a permanência das florestas a longo prazo.

Referências

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. [homepage na internet]. Amazônia Legal. [acesso em 11 mai 2024]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/15819-amazonia-legal.html#:~:text=A%20Amaz%C3%B4nia%20Legal%20apresenta%20uma,%2C93%25%20do%20territ%C3%B3rio%20brasileiro>.
2. Davidson E, Araújo A, Artaxo P, et al. The Amazon basin in transition. *Nature*. 2012;481:321–328. doi: <https://doi.org/10.1038/nature10717>.
3. Fearnside PM, Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conserv Biol*. 2005;19(3):680–688. doi: [10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x).
4. Dong X, Li F, Lin Z, Harrison SP, Chen Y, Kug JS. Climate influence on the 2019 fires in Amazonia. *Sci Total Environ*. 2021;794. doi: [10.1016/j.scitotenv.2021.148718](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148718).
5. Zebalos CHS, Oliveira RFA, Soares ER, Almeida UO, Melillo RCS, Cavalcante ER, Rezende JW. Análise espaço-temporal da cobertura do solo do Município de Theobroma, Estado de Rondônia, Brasil. *Rev Bras Gestao Ambient Sustentab*. 2022;9(21):407–418. doi: [10.21438/rbgas\(2022\)092126](https://doi.org/10.21438/rbgas(2022)092126).
6. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (Brasil). Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 2000 jul. 19 [citado em 2024 mai 12]. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=9985&ano=2000&ato=77ck3a q1kMNpWTfc9>
7. MapBiomias. [homepage na internet]. Coleções MapBiomias. [acesso em 12 mai 2024]. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>.
8. Gusmão LHA, Sombra DA, Messias CG, Camilotti VL. Florestas Nacionais na Amazônia brasileira: desmatamento e pressões de uso da terra (2018-2021). *Rev. RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise*. 2024;60(1): 9–44. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v60i0.91638>.
9. Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia – PRODES. [homepage na internet]. Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. [acesso em 10 out 2023]. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.
10. Geldmann J, Manica A, Burgess ND, Balmford A. A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2019;116(46): 23209–23215. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1908221116>.
11. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. [homepage na internet]. Malha Municipal. [acesso em 10 out 2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>.
12. Lobo JL, Cioni IF. Unidades de Conservação e movimentos sociais na conservação dos campos rupestres ferruginosos: Um estudo no Quadrilátero Aquífero-Ferífero (Minas Gerais). *Rev. Ambientes*. 2024;6(1): 28–68. doi: <https://doi.org/10.48075/amb.v6i1.33162>.
13. Castriota, R. Preservar para extrair, grilar e espoliar: ambientalismo operacional e as unidades de conservação de Carajás. *Rev. GEOgrafias*. 2022 jul/dez;18(2): 21–43. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2022.40635>.
14. Rocha VM, Correia FWS, Fialho ES. Amazônia frente às mudanças no uso da terra e do clima global e a importância das áreas protegidas na mitigação dos impactos: um estudo de modelagem numérica da atmosfera. *Acta Geográfica*. 2012; Ed. Esp.:31–48. doi: [10.5654/actageo2012.0002.0002](https://doi.org/10.5654/actageo2012.0002.0002).

15. Decreto nº 97.718, de 5 de maio de 1989 (Brasil). Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, no Estado do Pará. [Internet]. Diário Oficial da União. 1989 mai. 05 [citado em 2023 out 03]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97718.htm#:~:text=DECRETO%20No%2097.718%2C%20DE,o%20que%20disp%C3%B5e%20o%20art.
16. Decreto nº 2.486, de 2 de fevereiro de 1998 (Brasil). Cria a Floresta Nacional de Carajás, no Estado do Pará, e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União. 1998 fev. 02 [citado em 2023 out 03]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2486.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%202.486%2C%20DE%202,que%20lhe%20confere%20o%20art.
17. Decreto de 5 de junho de 2017 (Brasil). Dispõe sobre a criação do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, localizado nos Municípios de Canaã de Carajás e Parauapebas, Estado do Pará. [Internet]. Diário Oficial da União. 2017 jun. 05 [citado em 2023 out 03]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0384.htm.
18. Decreto nº 384, de 24 de dezembro de 1991 (Brasil). Homologa a demarcação administrativa da Área Indígena Xikrin do Rio Cateté, no Estado do Pará. [Internet]. Diário Oficial da União. 1991 dez. 24 [citado em 2023 out 03]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0384.htm.
19. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. [homepage na internet]. Cidades e Estados do Brasil. [acesso em 08 out 2023]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.
20. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves, JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Z. 2013;22(6):711-728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
21. Ferreira DBS, Souza, EB, Oliveira, JV. Identificação de Extremos de Precipitação em Municípios do Estado do Pará e sua Relação com os Modos Climáticos Atuantes nos Oceanos Pacífico e Atlântico. Rev. Brasileira de Climatologia. 2020 Jul;27(16): 197-222. doi: <https://doi.org/10.5380/abclima.v27i0.64630>.
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. [homepage na internet]. Vegetação. [acesso em 22 out 2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao.html>.
23. Michelotti F. Território Agromineral do Sudeste Paraense e Pacto Latifundiário. In: Agendas de Pesquisas do PPGPAM: Desenvolvimento e Planejamento na Amazônia [Internet] Brasília: Rosivan Diagramação & Artes Gráficas, 2021. 157-175. [citado em 2024 mar. 10]. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rogger-Magalhaes-Barreiros/publication/375742455_E-book_Agendas_de_pesquisas_do_PPGPAM_entre_o_urbano_e_o_regional_na_Amaznia-2/links/6558c0f93fa26f66f411cb90/E-book-Agendas-de-pesquisas-do-PPGPAM-entre-o-urbano-e-o-regional-na-Amaznia-2.pdf#page=157.
24. Freitas LCS, Cavalcanti, LCS, Braz AM. Avaliação da acurácia das classes de uso e cobertura da terra do Mapbiomas (Coleção 6) para o município de Carpina (PE). Caderno Prudentino de Geografia. [Internet]. 2023. [citado em 2024 nov 23];2(45): 38-52. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/9230>.
25. MapBiomas. [homepage na internet]. Estatística de Acurácia. [acesso em 24 nov 2024]. Disponível em: <https://mapbiomas.org/accuracy-statistics>.
26. Pontius Junior RG, Millones M. Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. International Journal of Remote Sensing. 2011;32(5): 4407-4429. doi: <https://doi.org/10.1080/01431161.2011.552923>.
27. Nolte C, Agrawal A, Silvius KM, Soares-Filho BS. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. Proc Natl Acad Sci USA. 2013;110(13):4956-61. doi: 10.1073/pnas.1214786110.
28. Conrado MTBN, Oliveira CW, Meireles ACM, Silva JMO. Variabilidade espaço-temporal do uso e ocupação do solo na Microbacia do Rio Salamanca e suas influências sobre a degradação. Revista Brasileira de Geografia Física. 2024;17(06): 4476-4491. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgef.v17.6.p4476-4491>.
29. Santos, RCG. Modelagem Hidrológica e Dinâmica do Uso da Terra na Bacia do Rio Cachoeira-Bahia, Brasil [Dissertação]. Itabunga – BA: Universidade Federal do Sul da Bahia; 2022. 69 f.
30. Paula DS, Escada IS, Ortiz JO. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra na Amazônia: A Expansão da Agricultura de Larga Escala na Bacia do Rio Curuá-Una. Rev Bras Cartogr. 2022;74(2): 379-398. doi: <http://dx.doi.org/10.14393/rbcbv74n2-63206>.
31. Silva RSS. Mineralogia e Geoquímica do Perfil Laterítico do Depósito de Ferro da Serra Leste Carajás-Pa [Dissertação]. Belém: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará; 2020. 47 f.
32. Kzam AL. Transformações Espaciais na Amazônia Oriental: Parauapebas como Cidade Média. Rev. GeoAmazônia. 2021;9(17): 88-110. doi: 10.17551/2358-1778/geoamazonia.

33. Novoa Garzon LF, Silva DS, Ribeiro MS. Desmanche de territórios indígenas e de unidades de conservação no novo arco de desmatamento em Rondônia/ Brasil e Beni/ Bolívia (2018-2020). *Desenvolv. Meio Ambiente*. 2022 Jul/Dez; (60): 116-142. doi: 10.5380/dma.v60i0.80233 e-ISSN 2176-9109.
34. Wagner C, Campos, MCC, Lima, RA. A importância socioambiental dos Parques Nacionais no Brasil: uma revisão sistemática. *Rev. Cerrados*. 2023 Jan/Jun;21(1): 245-267. doi: 10.46551/rc24482692202310.
35. Silveira FAO, Perillo LN, Carmo FF, Kamino LHY, Mota NFO, Viana PL, Carmo FF, Ranieri BD, Ferreira MC, Vial L, Alvarenga LJ, Santos FMG. Vegetation misclassification compromises conservation of biodiversity and ecosystem services in Atlantic Forest ironstone outcrops. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2020; 18(4): 238-242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.10.001>.
36. Soares-Filho BS, Oliveira U, Ferreira MN, Marques FFC, Olivera AR, Silva FR, Börner J. Contribution of the Amazon protected areas program to forest conservation. *Biological Conservation*. 2023; 279(109928). doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109928>.
37. Marchi ELL. Satellite Remote Sensing Cooperation in Support of the Amazon: The Acto and the Leticia Pact [tese]. Portugal: Universidade Nova de Lisboa; 2020. 135 f.
38. Sena Pinto, AR. Os desafios da Amazônia na segurança climática global: contribuições das Unidades de Conservação (UC) para a redução do desmatamento nos trópicos úmidos (2002-2014) [Dissertação]. Belém: Universidade Federal do Pará, Belém; 2018. 90 f.
39. Soubry I, Doan T, Chu T, Guo X. A Systematic Review on the Integration of Remote Sensing and GIS to Forest and Grassland Ecosystem Health Attributes, Indicators, and Measures. *Sensores remotos*. 2021; 13(16). doi: <https://doi.org/10.3390/rs13163262>.
40. Fernandes BJT, Osses JR, Façanha R. Avaliação de técnicas de IA para auxiliar na previsão de incidência de desmatamento na Amazônia. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*. 2022;7(2): 57-64. doi: 10.25286/rep.v7i2.221.
41. Gama LHOM, Paiva PFPR, Silva Junior OM, Ruivo MLP. Environmental modeling and use of artificial intelligence for prognosis of deforestation: the case of Rebio do Gurupi-MA. *Research, Society and Development*. 2021;10(2). doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.11609>.
42. VALE. [homepage na internet]. Carajás: Proteção da Floresta Amazônica ajuda no combate ao aquecimento global. [acesso em 12 mai 2024]. Disponível em: <https://vale.com/pt/w/caraj%C3%A1s-prote%C3%A7%C3%A3o-da-floresta-amaz%C3%B4nica-ajuda-no-combate-ao-aquecimento-global>.
43. Fundação Nacional dos Povos Indígenas - FUNAI. [homepage na internet]. Terras Indígenas: Dados Geoespaciais e Mapas. [acesso em 03 nov 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas>.
44. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. [homepage na internet]. Dados geoespaciais de referência da Cartografia Nacional e dados temáticos produzidos no ICMBio. [acesso em 03 nov 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Gestão do Conhecimento e Sociobiodiversidade das Áreas Protegidas de Carajás
n.1, 2025

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

