

**MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA TERRA INDÍGENA
SARAUÁ, ESTADO DO PARÁ, UTILIZANDO IMAGENS MULTIESPECTRAIS
LANDSAT NO PERÍODO DE 2003 A 2023**

**LAND USE AND LAND COVERAGE MAPPING IN THE SARAUÁ INDIGENOUS
LAND, STATE OF PARÁ, USING LANDSAT MULTISPECTRAL IMAGES IN THE
PERIOD OF 2003 TO 2021**

**MAPEO DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO DE LA TIERRA INDÍGENA
SARAUÁ, ESTADO DE PARÁ, UTILIZANDO IMÁGENES MULTIESPECTRALES
LANDSAT EN EL PERÍODO DE 2003 A 2023**

Rafael Oliveira da Silva

Universidade Federal do Pará,
Doutorando em Geografia, Belém, Brasil
rafaelsilva@faculdaledeserradourada.com.br

Patrick de Sousa Teixeira

Universidade Federal do Pará,
Mestrando em Geografia, Belém, Brasil
patrickteixeira@outlook.com

Elnatan Ferreira Feio

Universidade Federal do Pará,
Doutorando em Geografia, Belém, Brasil
elnatan.feio9@gmail.com

Gabriel Alves Veloso

Universidade Federal do Pará,
Professor Doutor em Geografia, Belém, Brasil
gabrielveloso.geo@gmail.com

Wellington de Pinho Alvarez

Universidade Federal do Pará,
Professor Doutor em Geografia, Belém, Brasil
walvarez@ufpa.br

RESUMO

A expansão agropecuária desordenada contribui para o uso e ocupação irregular da cobertura do solo e dos recursos naturais, além de prejudicar a integridade de comunidades tradicionais e povos indígenas. Nesse cenário, encontra-se a Terra Indígena Sarauá, localizada no município de Ipixuna do Pará. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho consistiu em avaliar as alterações advindas pela transformação dos espaços no interior da Terra Indígena, entre os anos 2003 a 2023, através da classificação supervisionada de imagens de satélite. Para a realização do trabalho, foram selecionadas imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 dos anos de 2003, 2010, 2017 e 2023 e posteriormente foi realizada a classificação supervisionada utilizando-se do complemento *Semi-Automatic Classification* PI e SCP-Plugin, disponível no software QGIS, versão 3.18. Os

resultados indicaram que até o ano de 2023 a Terra Indígena Sarauá apresentava cerca de 20% de sua área total antropizada. Assim, verificou-se uma acentuada alteração no uso do solo, sendo a expansão das atividades agrícolas a sua principal causadora. Portanto, as ferramentas utilizadas para a classificação das imagens demonstraram alta eficiência na identificação de áreas críticas de desmatamento, além do fornecimento de informações para realização do monitoramento, fiscalização e conscientização ambiental.

Palavras-chave: Ipixuna do Pará; Uso e Ocupação do Solo; Terra Indígena; Geoprocessamento.

ABSTRACT

Disordered agricultural expansion contributes to the irregular use and occupation of land cover and natural resources, in addition to harming the traditional communities integrity and indigenous peoples. In this scenario, there is the Sarauá Indigenous Land, located in Ipixuna do Pará municipality. In this context, the main objective of this work was to evaluate the resulting changes from the spaces transformation within the Indigenous Land, between the years 2003 to 2023, through the satellite images supervised classification. To carry out the work, images from the Landsat 5 and Landsat 8 satellites were selected from the years 2003, 2010, 2017 and 2023 and later the supervised classification was carried out using the Semi-Automatic Classification PI and SCP-Plugin complement, available in QGIS software, version 3.18. The results indicated that by the year 2023 the Sarauá Indigenous Land presented about 20% of its total anthropized area. Thus, there was a marked change in land use, being the agricultural activities expansion its main cause. Therefore, the used tools to classify the images showed high efficiency in identifying critical deforestation areas, in addition to providing information for monitoring, inspection and environmental awareness.

Keywords: Ipixuna do Pará; Use and Occupation Land; Indigenous Land; Geoprocessing.

RESUMEN

La expansión agropecuaria desordenada contribuye al uso y ocupación irregular de la cobertura del suelo y de los recursos naturales, además de perjudicar la integridad de comunidades tradicionales y pueblos indígenas. En este contexto se encuentra la Tierra Indígena Sarauá, ubicada en el municipio de Ipixuna do Pará. Así, el objetivo principal de este trabajo consistió en evaluar las alteraciones derivadas de la transformación de los espacios dentro de la Tierra Indígena, entre los años 2003 y 2023, mediante la clasificación supervisada de imágenes satelitales. Para la realización del estudio, se seleccionaron imágenes de los satélites Landsat 5 y Landsat 8 correspondientes a los años 2003, 2010, 2017 y 2023, y posteriormente se realizó la clasificación supervisada utilizando el complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), disponible en el software QGIS, versión 3.18. Los resultados indicaron que hasta el año 2023 la Tierra Indígena Sarauá presentaba cerca del 20% de su área total antropizada. De este modo, se constató una alteración significativa en el uso del suelo, siendo la expansión de las actividades agrícolas su principal causante. Por lo tanto, las herramientas utilizadas para la clasificación de las imágenes demostraron alta eficiencia en la identificación de áreas críticas de deforestación, además de proporcionar información para la realización del monitoreo, la fiscalización y la concienciación ambiental.

Palabras-clave: Ipixuna do Pará; Uso y ocupación del suelo; Tierra Indígena; Geoprocementamiento.

INTRODUÇÃO

A expansão agropecuária na Amazônia vem transformando, ao longo dos anos, florestas em áreas de monocultivos e pastagens, contribuindo para a alteração do ambiente e distúrbios dos recursos naturais. Desse modo, a ocupação de áreas convertidas em espaços rurais geralmente é feita de modo desordenado, gerando impactos negativos sobre o meio ambiente (WATRIN e VALÉRIO FILHO, 1996; TARTARI *et al.*, 2015).

Esta modelo de exploração e expansão produtiva é observado no município de Ipixuna do Pará, localizado a 250 km da capital Belém. O município está inserido na região nordeste paraense, que passou por significativas transformações de sua paisagem natural devido à intensa atividade antrópica, e atualmente enfrenta problemas causados pela ocupação desordenada, proporcionada pela exploração dos recursos naturais (ALMEIDA e VIEIRA, 2008).

Nesse contexto, o conhecimento do uso e ocupação da cobertura solo, torna-se um pré-requisito indispensável quando se pretende caracterizar uma paisagem e, principalmente, melhor dimensionar o planejamento das ações de exploração, de preservação, conservação e recuperação dessas áreas (VALENTE e VETTORAZZI, 2005).

A análise do uso e cobertura do solo, mediante informações obtidas com ferramentas do Sensoriamento Remoto, se apresenta como um instrumento de grande utilidade na avaliação e monitoramento espacial e temporal de diversas regiões, auxiliando a preservação de áreas de vegetação natural, através da identificação de mudanças promovidas tanto por processos naturais quanto antropogênicos. Com interpretação de imagens de satélite é possível obter-se de forma rápida, um mapa temático atualizado e preciso das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de ocupação e uso do solo (RODRÍGUEZ, 2000).

Outrossim, Veloso *et al.* (2020) afirmam que as técnicas de sensoriamento remoto cumprem um papel importante na identificação de alterações na superfície terrestre em diferentes áreas, oferecendo flexibilidade e disponibilidade no que tange ao tempo e aos recursos para se processar determinados dados, configurando um método mais prático e rápido. Ademais, ao utilizar essa tecnologia, é possível trabalhar com área em nível regional, diferentemente da metodologia empregada pelos métodos convencionais, que realizam estudos em pequenas áreas homogêneas (TURÍBIO, VELOSO e LOBATO, 2022).

As áreas protegidas são exemplos de áreas de conservação ambiental, pois por meio delas torna-se possível proteger e manter a naturalidade dos ecossistemas, biodiversidade e as vertentes ambientais, como a conservação e proteção do solo, bacias hidrográficas, dispersão de sementes, estabilização climática e afins (VERÍSSIMO *et al.* 2011). Além disso, vale salientar que essas áreas são de suma importância para assegurar os direitos, permanência e preservação da cultura e identidade das comunidades tradicionais e dos povos indígenas.

Embora as áreas protegidas sejam essenciais para a conservação dos recursos naturais e cultura dos povos tradicionais e indígenas, essas áreas não estão isentas das ações

antrópicas. Nesse cenário, pode-se mencionar a terra indígena Sarauá, localizada no município de Ipixuna do Pará, que apesar de identificada e aprovada pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI), desde o ano de 2011, vem sendo fortemente alterada pelo uso e ocupação irregular do solo (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA, 2022a).

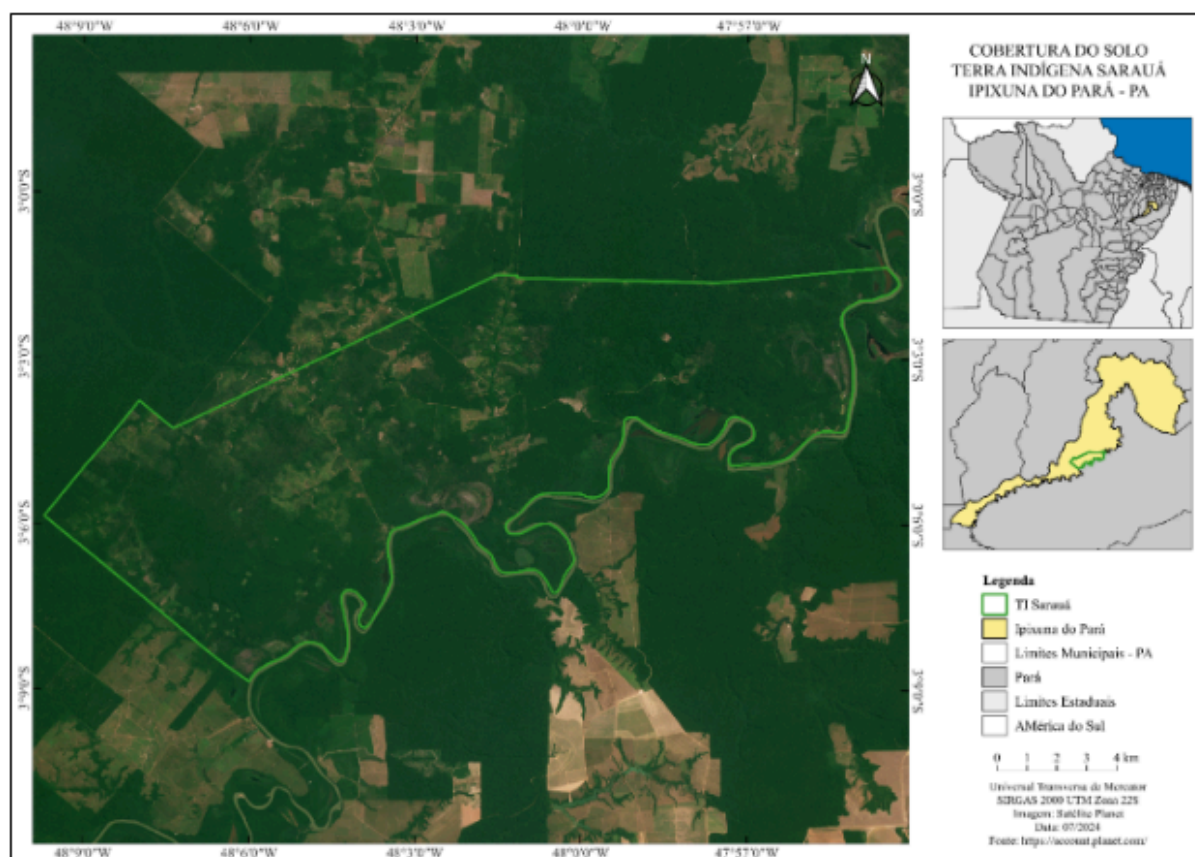
Assim, objetiva-se com este trabalho avaliar as modificações ocorridas pela transformação desordenada de espaços rurais no interior da Terra Indígena Sarauá entre os anos de 2003 e 2021, através da classificação supervisionada de imagens geradas pelo sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat 5 e OLI (*Operational Land Imager*) do Landsat 8.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Este trabalho abordou como área de estudo a Terra Indígena Sarauá, a qual possui cerca de 19 mil hectares, esteve tradicionalmente ocupada pelos povos indígenas Amanayé e encontra-se localizada no município de Ipixuna do Pará, região Nordeste Paraense, a aproximadamente 250 km da capital Belém. Ressalta-se que Ipixuna do Pará possui área de 5.215,55 km², apresentando população estimada de 65.625 habitantes (BRASIL, 2020). A Figura 1 apresenta o mapa de localização da área de estudo.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: BRASIL (2021).

No entanto, de acordo com informações do Ministério Público Federal, o povo Amanayé foi forçado a abandonar o território no ano de 2002 após ataques de populações não indígenas. Em 20 de abril de 2011, a Terra Indígena Sarauá foi reconhecida e homologada pela FUNAI. Contudo, após investigação do próprio Ministério Público Federal, foi possível identificar que durante o ano de 2019 aproximadamente 150 famílias não indígenas ainda permaneciam no local, praticando inclusive a agricultura familiar (MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, 2022). Tal ocupação é popularmente conhecida na região como “Comunidade Roça Queimada”.

De acordo com Teixeira e Matta (2020), Ipixuna do Pará se caracteriza por um clima tropical com razoável volume de chuvas durante o ano sendo classificado, conforme classificação de Koppen Geiger, como Am. Ademais, o município apresenta temperatura média de 26,7°C e pluviosidade média anual de 2.098 mm. É importante salientar que assim como a maioria dos municípios da região amazônica, Ipixuna do Pará apresenta dois períodos climáticos distintos, o período de alto regime de chuvas, que ocorre predominantemente entre

os meses de janeiro a maio e o período seco, compreendido entre os meses de junho e dezembro.

Os solos predominantes em Ipixuna do Pará são classificados como Argissolos Vermelhos-Amarelos e Latossolo Amarelo distrófico (TEIXEIRA e MATTA, 2020). Além disso, o tipo de vegetação predominante na região é o de floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Aluvial de diferentes idades (BRASIL, 2008).

Seleção de Imagens

Para avaliação do uso e ocupação do solo na região de Ipixuna do Pará - PA em um período de 21 anos, foram selecionadas imagens do satélite LANDSAT dos anos de 2003, 2010, 2017 e 2023, correspondentes à órbita 223, pontos 062 e 063. As imagens analisadas até o ano de 2010 foram produtos do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite LANDSAT 5 já as imagens referentes aos anos de 2017 e 2023 do sensor OLI (*Operational Land Imager*) a bordo do LANDSAT 8, disponibilizadas pelo catálogo *EarthExplorer* da instituição de pesquisa Geológica dos EUA, a *United States Geological Survey* (USGS).

O sensor TM do Landsat 5 utiliza imagens referentes às seis bandas da faixa do visível e infravermelho com resolução de 30 m, registrados em sete bandas espectrais, sendo as bandas 1, 2 e 3 na faixa do visível (0,45 – 0,69 μm), a banda 4 na faixa do infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μm), bandas 5 e 7 na faixa do infravermelho médio (1,55 – 2,35 μm) e a banda 6 na faixa do infravermelho termal (resolução espectral de 10.4 – 12.5 μm e resolução espacial de 120 m).

O sensor OLI do Landsat 8 utiliza imagens referenciadas em onze bandas, operando com dois instrumentos imaginadores: Operacional Terra Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS), sendo a banda 1,2,3 e 4 na faixa do visível (0,43-0,67 μm), a banda 5 na faixa do infravermelho próximo (0.85 – 0.88 μm), as bandas 6 e 7 na faixa do infravermelho médio (1.57- 2.29 μm), a banda 8 pertence ao instrumento OLI é a pancromática com faixa (0.50 – 0.68 μm), possuindo resolução de 15 metros. A nova banda 9 é utilizada para detectar nuvens com faixa (1.36 – 1.38 μm). As bandas 10 e 11 pertencem ao instrumento (TIRS) e atuam na faixa térmica (10.60- 12.51 μm) fornecendo temperaturas superficiais mais precisas.

Classificação Supervisionada

Logo após a obtenção e pré-processamento das imagens de satélite, foi realizada a classificação supervisionada a partir do uso do complemento *Semi-Automatic Classification* PI e SCP-Plugin, disponível no software Quantum Gis, versão 3.18. Com o uso do complemento, foram geradas amostras digitais para áreas com cobertura vegetal, sem cobertura vegetal, massa d'água, e área com a presença de nuvens e sombras as quais foram identificadas pela classe “outros”. O algoritmo de classificação definido foi o *maximum likelihood*, disponibilizado no complemento SCP. Posteriormente a obtenção dos produtos gerados a partir das classificações de uso e ocupação para cada ano desejado, foram confeccionados mapas para uma melhor visualização dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da classificação de imagens, referentes as áreas sem vegetação (desmatadas), área com vegetação, massa d'água e áreas não classificadas (outros), entre os anos de 2003 e 2023 são observados na figura 2. Além disso, os dados referentes as áreas classificadas estão disponíveis na tabela 1 e ilustrado através do gráfico presente na figura 3.

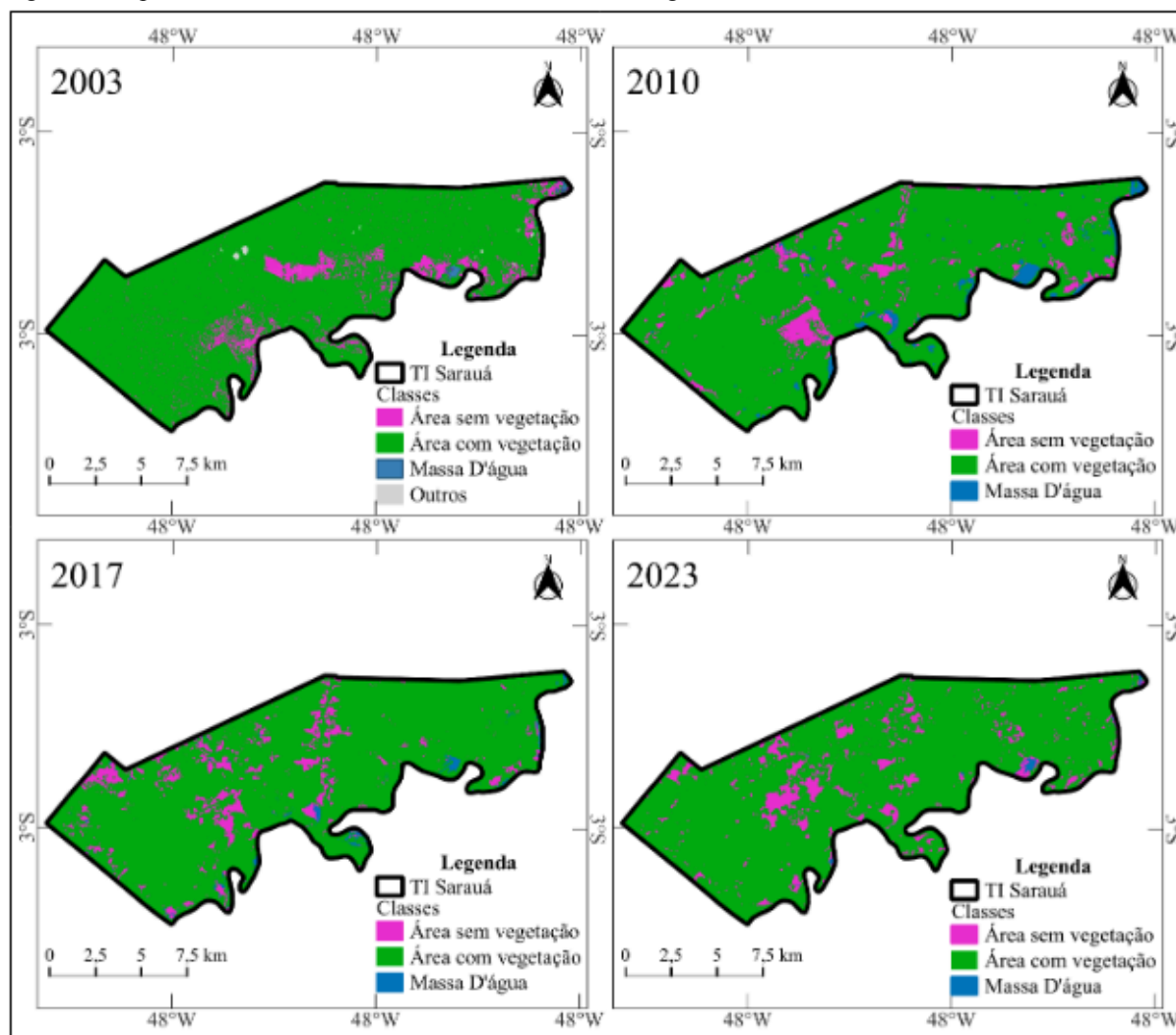
Tabela 1. Quantificação de áreas definidas pelas classes de espaços rurais em Ipixuna do Pará-PA.

CLASSE	ANO							
	2003		2010		2017		2023	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Área com vegetação	16171,94	87,01	15677,94	84,35	13733,42	73,89	14695,65	79,07
Área sem vegetação	2106,15	11,33	2661,51	14,32	4473,53	24,07	3643,91	19,60
Massa d'água	191,85	1,03	247,19	1,33	379,69	2,04	247,11	1,33
Outros	116,59	0,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A partir da análise dos mapas de uso e cobertura do solo resultantes da classificação supervisionada, foram identificadas alterações relacionadas as sem vegetação, identificadas através da cor magenta e das áreas com a presença de vegetação natural, identificadas através da cor verde escuro, o que representa o crescimento do desmatamento na região estudada.

Figura 2. Mapeamento do uso e cobertura do solo na Terra Indígena Sarauá, de 2003 a 2023.



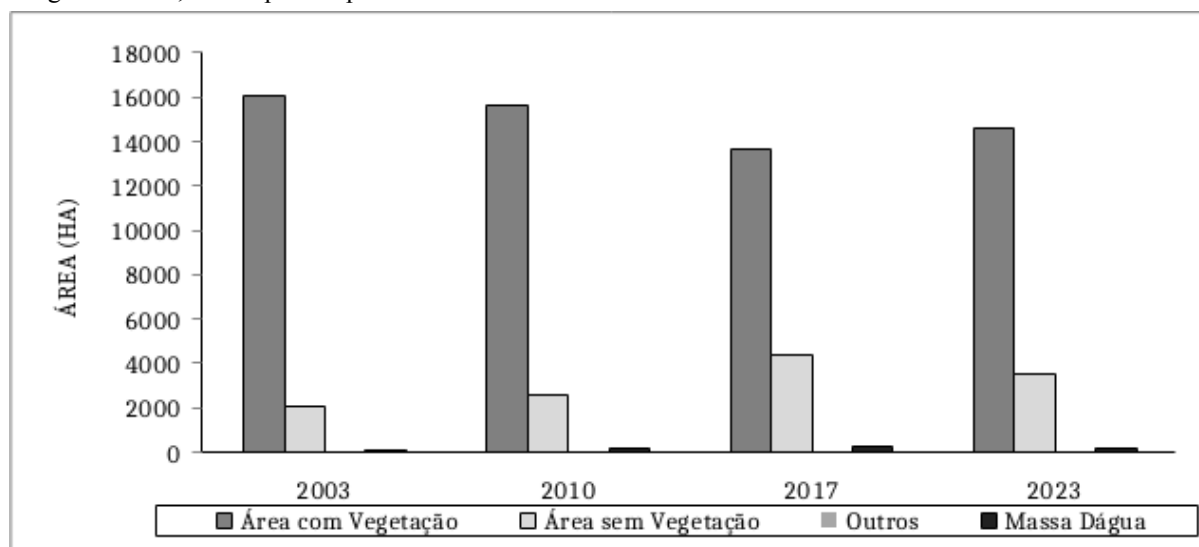
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nesse contexto, do quantitativo total de áreas desmatadas, o ano de 2003 apontou 2.106,15 ha, totalizando cerca de 11,33% da área total da Terra Indígena Sarauá. Em 2010, as áreas sem a presença de vegetação aumentaram para 2.661,51 ha, atingindo 14,32% da área total de estudo. Já em 2017, as áreas desmatadas continuaram em crescimento, totalizando cerca de 4.473,53 ha, cerca de 24,07% da área total da Terra Indígena. Todavia, durante o ano de 2023 as áreas sem vegetação totalizaram 3.643,91 ha, cerca de 19,60% da área total de estudo. Já as áreas com a presença de vegetação natural apresentaram valores de 16.171,94 ha (87,01%) no ano de 2003, 15.677,94 ha (84,35%) em 2010, 13.733,42 ha (73,89%) em 2017 e 14.695,65 ha (79,07%) em 2023.

Alencar *et al.* (2016), afirmam que a baixa taxa de desmatamento em terras indígenas está relacionada intrinsecamente aos modos de tradicionais de uso e ocupação territorial por estes povos, pela forma de utilização dos recursos naturais, costumes e tradições que, resultam na preservação das áreas florestais e da biodiversidade nelas contidas. Não obstante, o desmatamento que ocorre no interior dessas áreas está geralmente associado às atividades desenvolvidas por não indígenas, como por exemplo, a invasão para a retirada ilegal de madeira e atividade garimpeira, além da invasão de terras para o uso agropecuário, o que pode estar possivelmente ocorrendo na área de estudo (SILVA; PUREZA, 2019; OLIVEIRA, FARIA e MURTA JÚNIOR, 2021).

O comportamento anual do avanço do desmatamento no período de 2003 a 2023 no interior da Terra Indígena Sarauá pode ser visualizado na figura 3.

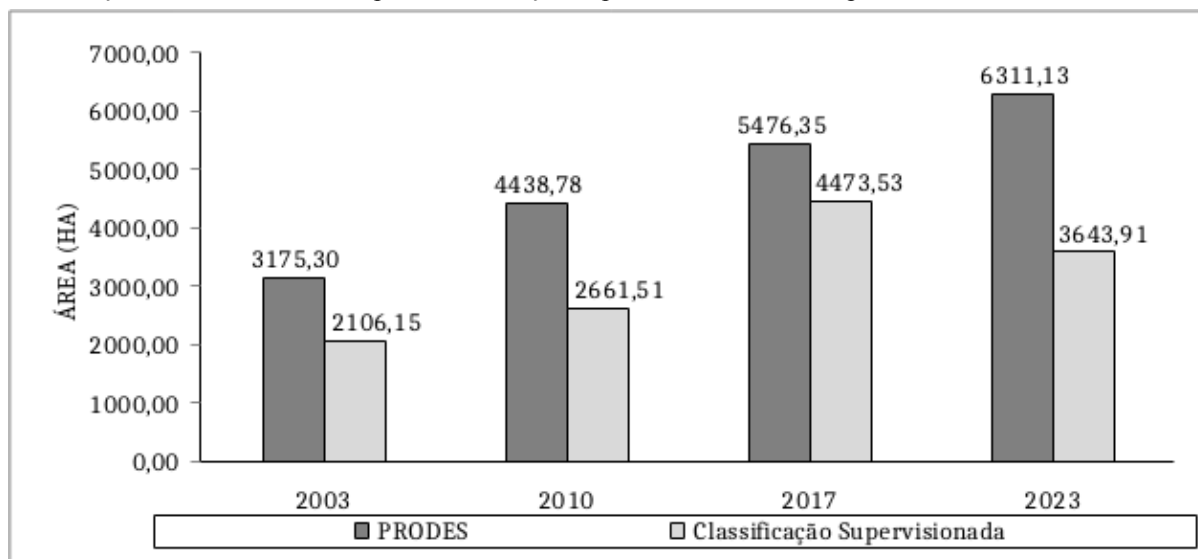
Figura 3. Comportamento anual do avanço do desmatamento, entre os anos de 2003 e 2023, no interior da Terra Indígena Sarauá, município de Ipixuna do Pará – PA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O padrão de aumento nos índices de desmatamento observados nesse estudo está de acordo com as informações fornecidas pelos dados oficiais de desmatamento do INPE, conforme indicado na figura 4. Entretanto, os dados indicados pelo PRODES/INPE como desmatadas apresentaram diferenças consideráveis. Em 2003, a diferença entre as áreas classificadas através da classificação supervisionada foi de 1.069,15 ha. Já para o ano de 2010 a diferença foi de 1.777,27 ha. O ano de 2017 apresentou diferença de 1.002,82 ha e em 2023 a diferença foi de 2.667,22 ha.

Figura 4. Diferença entre padrão de comportamento anual do avanço do desmatamento, identificados pela classificação do PRODES/INPE e pela Classificação Supervisionada realizada pelos autores.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Entretanto, discrepâncias entre os estudos referentes a classificação supervisionada estão sujeitos a diferenças consideráveis em virtude das variações metodológicas de classificação e da percepção da análise dos dados processados (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Ainda segundo o mesmo autor, a variabilidade espectral de uma mesma classe de uso e também entre cenas, devido a variações no sensor entre as passagens do satélite e a própria dinâmica espacial de ocupação do território, também são considerados fatores que alteram os resultados obtidos.

Nesse sentido, foi possível observar um crescimento do desmatamento no interior da área estudada, com a porcentagem de cobertura vegetal do solo passando de 87,01% em 2003 para 79,07% em 2023. É válido destacar ainda que em 2003 foi possível identificar que cerca de 16.171 ha correspondiam a áreas cobertas com vegetação primária ou secundária, representando 87,01% da área total da Terra Indígena. Já as áreas sem a presença de vegetação ocupavam cerca de 2.106,15 ha, evidenciando que desde 2003 já se apresentavam indícios de atividade agropecuarista no local, que correspondia a aproximadamente 11,33% da área total. De acordo com Oliveira, Faria e Murta Júnior (2021), a expansão agropecuária também se caracteriza como a principal causa do desmatamento na Terra Indígena Ituna-Itatá, sobretudo em função do aumento das pastagens e das exportações de carne bovina.

As práticas de derrubada e queima na região também contribuem para a exposição do solo. Esta técnica de manejo é muito utilizada pela agricultura itinerante, onde as cinzas atuam como fonte de nutrientes e de calagem para os solos por um período de até dois anos. Entretanto, salienta-se que em contato com o fogo, o solo sofre modificações nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas, como a alteração da atividade microbiana; aumento temporário da disponibilidade de nutrientes; alteração no pH; aumento do teor de carbono, e oxidação da matéria orgânica (RODRIGUES; MIRANDA e KATO, 2007; MATOS *et al.*, 2012).

As Terras Indígenas são sistemas humano-ambientais que cumprem um papel de suma importância para a conservação da biodiversidade da região amazônica, funcionando como verdadeiros paredões verdes que impedem o avanço do desmatamento. Contudo, de acordo com os avanços do desmatamento identificados, tal característica não pode ser observada na Terra Indígena Sarauá. Nesse sentido, Rorato *et al.* (2022) aconselha que a administração pública fortaleça os investimentos no combate as atividades ilegais e o fortalecimento da Política Nacional de Gestão Ambiental e Territorial das Terras Indígenas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do mapeamento de uso e cobertura do solo através da classificação supervisionada de imagens de satélites, tornou-se viável a identificação do avanço do desmatamento no interior da Terra Indígena Sarauá entre os anos de 2003 e 2023.

Os resultados obtidos possibilitaram identificar que até o ano de 2023 a Terra Indígena Sarauá apresentava aproximadamente 20% de sua área total antropizada, cerca de 3.643,91 ha. Tal cenário indica uma evidente transformação na dinâmica de uso solo para a Terra Indígena, tendo como principal causadora a expansão da atividade agrícola.

O avanço do desmatamento no interior da Terra Indígena Sarauá demonstra a deficiência dos programas de fiscalização destas áreas e alerta para a necessidade do investimento em políticas públicas que permitam avançar na fiscalização e monitoramento destas áreas buscando evitar perdas para estes territórios especialmente protegidos.

Diante do exposto, em virtude da complexidade dos motivos, causas, consequências e fatores relacionados ao aumento do desmatamento, torna-se um desafio significativo o desenvolvimento de políticas e soluções com o intuito de controlar este processo de

destruição da floresta, os quais dependem dentre outros aspectos, da atuação consolidada de múltiplos agentes, seja em nível local e coletivo até o nível governamental.

Sendo assim, foi possível concluir que o complemento SCP presente no Software QGIS, somados ao uso de imagens de satélites, se apresentam como ferramentas indispensáveis para a caracterização do uso e ocupação do solo. Ademais, é possível concluir que ferramenta demonstrou potencial para o reconhecimento de áreas críticas de avanço do desmatamento e forneceu subsídios para a realização do monitoramento, fiscalização e conscientização ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, I.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; NOVAES, R. Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades. **IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia**, p. 93, 2016. Disponível em: <<https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Desmatamento-nos-Assentamentos-da-Amaz%C3%B4nia.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2024.

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará (Pará, Brasil) com o uso da técnica de sensoriamento remoto. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v.3, n.1, p. 81-92, jan. – abr. 2008. Disponível em: [http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv3n1_2008/dinamica\(almeida\).pdf](http://editora.museu-goeldi.br/bn/artigos/cnv3n1_2008/dinamica(almeida).pdf). Acesso em: 14 nov. 2024.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 1 dez. 2024.

BRASIL, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM. Terras Indígenas na Amazônia Brasileira: Reservas de Carbono e Barreiras ao Desmatamento. 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/terras-indigenas-na-amazonia-brasileira-reservas-de-carbono-e-barreiras-ao-desmatamento/>. Acesso em: 1 nov. 2024.

BRASIL, Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. **Dispõe sobre o Estatuto do Índio**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16001.htm. Acesso em: 1 nov. 2024.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 1 nov. 2024.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.452, de 1 de maio de 1943. **Aprova a consolidação das leis do trabalho**. Lex: coletânea de legislação: edição federal, São Paulo, v. 7, 1943.

BRASIL. Instituto Nacional de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2020**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em: 29 out. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Geografia e Estatística. **Mapa de Cobertura Vegetal, Estado do Pará**. 1ª ed. Rio de Janeiro. 2008. Projeção Policônica. Datum horizontal SIRGAS 2000. Escala: 1:800.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/22460-vegetacao-por-estado.html?=&t=downloads>. Acesso em: 29 out. 2024.

CAMARA, G.; DAVIS, C. Fundamentos de Geoprocessamento. In: CÂMARA, G., DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. 2001, p. 1-5. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 3 out. 2024.

DE OLIVEIRA, G.; CHEN, J. M.; MATAVELI, G. A. V.; CHAVES, M. E. D.; SEIXAS, H. T.; CARDOZO, F. D. S.; SHIMABUKURO, Y. E., HE, L.; STARK, S. C.; & SANTOS, C. A. (2020). Rapid Recent Deforestation Incursion in a Vulnerable Indigenous Land in the Brazilian Amazon and Fire-Driven Emissions of Fine Particulate Aerosol Pollutants. **Forests. Basileia, Suíça**, 11(8), 829. 2020. Disponível em: <doi:10.3390/f11080829>. Acesso em: 3 out. 2024.

F.; RHIND, D. W. Geographical informatin systems: principles and aplications. New York: Wiley, 1991, p. 9-20.

FITZ, P. R., Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de textos. 2008.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA. Terras Indígenas no Brasil. Informações gerais sobre Terras Indígenas no Brasil. 2022b. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/brasil>. Acesso em: 03 nov. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA. Terras Indígenas no Brasil. Terra Indígena Sarauá. 2022a. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/4153>. Acesso em: 03 nov. 2024.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. São José dos Campos: Parêntese editora. 2009. 598 p.

MAGUIRE, D. J., No overview and definition of GIS. In: MAGUIRE, D J.; GOODCHILD, M.

MATOS, F. O.; CASTRO, R. M. S.; RUIVO, M. D. L. P.; de MOURA, Q. L. Teores de nutrientes do solo sob sistema agroflorestal manejado com e sem queima no estado do Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 257-266, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.031>. Acesso em: 6 out. 2024.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. UNB-CNPq Brasília. 2012, p. 1-31. Disponível em: <http://goo.gl/NXKtc>. Acesso em: 1 out. 2024.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Justiça Federal determina que não indígenas desocupem Terra Indígena Sarauá (PA) dentro de 90 dias. 25 fev. de 2022. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/noticias-pa/justica-federal-determina-que-nao-indigenas-desocupem-terra-indigena-saraua-pa-dentro-de-90-dias>. Acesso em: 1 out. 2024.

OLIVEIRA, M. I. R. S. Povos indígenas, o direito à terra e os conflitos em torno da demarcação da terra indígena do Jaraguá/SP. **Revista Internacional da Academia Paulista de Direito**. São Paulo – SP. n. 6 p. 168-191. 2020. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0002-4795-5512>. Acesso em: 30 out. 2024.

OLIVEIRA. E. K. B; FARIA, B. L.; MURTA JÚNIOR, L. S.; Áreas Protegidas e Desmatamento na Amazônia: Análise da Terra Indígena Ituna-Itatá no Pará, Brasil. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara**, Almenara – MG. v. 3, n. 3, set./dez. 2021. ISSN: 2674-9270. Disponível em: <http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital>. Acesso em: 5 nov. 2024.

PARANHOS FILHO, A. C. et al. Geotecnologias para aplicações ambientais [recurso eletrônico]. Maringá: Uniedusul, 2021. Disponível em: <10.29327/527680>. Acesso em: 29 nov. 2024.

PIROLI, E. L. Introdução ao geoprocessamento. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010. 46 p.: ils. ISBN: 9788561775056.

ROCHA, C. H. B. Geoprocessamento – Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora, MG, Ed. do Autor, 2000, 220 p.

RODRIGUES, M. A. C. M.; MIRANDA, I. S.; KATO, M. S. A. Estrutura de florestas secundárias após dois diferentes sistemas agrícolas no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, Manaus. v. 37, n. 4, p. 591-598, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000400014>. Acesso em: 6 nov. 2024.

RODRÍGUEZ, A. C. M. Mapeamento multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião - SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT. São José dos Campos, 2000. 85p. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/attachment.cgi/sid.inpe.br/sergio/2004/04.23.08.27/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2024.

RORATO, A. C.; ESCADA, M. I. S.; CAMARA, G.; PICOLI, M. C. A.; VERSTEGEN, J. A. Environmental vulnerability assessment of Brazilian Amazon Indigenous Lands. **Environmental Science and Policy** v. 129. p. 19–36. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.005>. Acesso em: 1 nov. 2024.

SILVA, G. DA; PUREZA, M. G. B. A demarcação de terras indígenas na Amazônia Legal. **Revista NUPEM**, v. 11, n. 22, p. 43–53, 2019. Disponível em: <https://geografia.unifesspa.edu.br/images/Publicacoes_Professores/MarceloGaudencioBrito/ARTIGOS_PERIODICOS/A_demarcacao_de_terras_indigenas_na_Amazonia_Legal.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

TARTARI, R.; MACHADO, N. G.; ANJOS, M. R. dos; CUNHA, J. M.; MUSIS, C. R. de; NOGUEIRA, S. J.; BIUDES, M. S. Análise de índices biofísicos a partir de imagens TM Landsat 5 em paisagem heterogênea no Sudoeste da Amazônia. **Revista Ambiente & Água**, v.10, n.4, p.943, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1663>. Acesso em: 01 nov. 2024.

TEIXEIRA, P. S.; MATTA, M. A. S. Detecção e análise da distribuição de focos de calor no município de Ipixuna do Pará-PA, nordeste paraense. **Enciclopédia Biosfera**, v.17, n.34, p.185-196, 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2072>. Acesso em: 5 nov. 2024.

TURÍBIO, L. M. A.; VELOSO, G. A.; LOBATO, M. M. Análise do Índice de Desflorestamento das Terras Indígenas Paquçamba e Arara da Volta Grande do Xingu, da Área Diretamente Afetada pela UHE Belo Monte entre os Anos de 2000 e 2020. **Revista do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA – REUMAM**, v. 7, n. 2, 2022, ISSN online 2595-9239. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/reumam/article/view/13938>>. Acesso em: 02 dez. 2024.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, SP. **Circular Técnica nº196**, mai. 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3668>>. Acesso em: 1 out. 2024.

VELOSO, G. A.; FERREIRA, M. E.; JÚNIOR, L. G. F.; DA SILVA, B. B. Modelling gross primary productivity in tropical savanna pasturelands for livestock intensification in Brazil. Remote Sensing Applications: **Society and Environment**, v. 17, p. 100288-100297, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352938519302915>>. Acesso em: 02 dez. 2024.

VERISSIMO, A.; ROLA, A.; VEDOVETO, M.; FUTADA, S. Áreas protegidas na Amazônia Brasileira: Avanços e Desafios. Belém: Imazon; São Paulo: **Instituto Sócio Ambiental**, 2011. Disponível em: <<https://imazon.org.br/areas-protegidas-na-amazonia-brasileira-avancos-e-desafios-2/>>. Acesso em: 30 out. 2024.

WATRIN, O. S.; Santos, J. R.; VALÉRIO FILHO, M. Análise da dinâmica na paisagem do nordeste paraense através de técnicas de geoprocessamento. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Salvador, 14-19, 1996, p. 427-433. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.24/doc/T55.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2024.