



Resumo

Nos últimos anos, a produção agrícola de culturas perenes no estado do Pará tem crescido exponencialmente. Contudo, o mapeamento das áreas agrícolas ainda avança lentamente, dificultando a compreensão da dinâmica espacial do uso da terra. Neste trabalho, utilizamos imagens de satélite de alta resolução da Maxar para mapear três culturas perenes (citros, dendê e pimenta-do-reino) no município de Nova Esperança do Piriá, Pará, por meio de interpretação visual. Além disso, recorreremos ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) para avaliar o perfil das propriedades onde essas culturas são cultivadas. Os resultados indicaram que as áreas destas três culturas permanentes abrangem 1.066 hectares no município, com 78% dedicados à pimenta-do-reino, 21% aos citros e 1% ao dendê. Aproximadamente 61% dessa área está cadastrada no CAR, com as pequenas propriedades (até um módulo fiscal) liderando na produção, detendo 68% da área de pimenta-do-reino, 63% dos citros e 78% de dendê. As propriedades de tamanho médio (1-5 módulos fiscais) contribuem com 31% da área de pimenta-do-reino, 37% dos citros e 22% de dendê. As grandes propriedades (> 5 módulos fiscais) contribuem com apenas 1% da área total de dendê. Este estudo revela a importância crítica do mapeamento preciso de culturas perenes para entender a recente transformação agrícola no Brasil. A integração de imagens de satélite de alta resolução e dados do CAR permitiu identificar uma predominância notável de pequenas propriedades no cultivo destas culturas, e destacam a necessidade de políticas públicas que apoiem a agricultura familiar, considerando seu papel chave no desenvolvimento econômico regional.

Termos indexadores

Mapeamento de precisão; CAR; Sensoriamento Remoto; Culturas Permanentes

Abstract

In recent years, agricultural production of perennial crops in the state of Pará has grown exponentially. However, mapping of permanent crops continues to progress slowly, making it difficult to understand the spatial dynamics of land use. In this study, high-resolution Maxar satellite images were used to map three perennial crops (citrus, palm oil, and black pepper) in the municipality of Nova Esperança do Piriá, Pará using visual interpretation. We also used the Rural Environmental Registry (CAR) to assess the profile of the properties that cultivate these permanent crops. The results indicated that the areas of these three permanent crops cover 1,066 hectares in the municipality, with 78% dedicated to black pepper, 21% to citrus, and 1% to palm oil. Approximately 61% of this area is within the properties registered in the CAR system, with small properties (up to one fiscal module) leading the way in production, holding 68% of the black pepper area, 63% of citrus, and 78% of oil palm. Medium-sized properties (1-5 fiscal modules) contribute to 31% of the black pepper area, 37% of citrus, and 22% of oil palm. Large properties (> five fiscal modules) contribute to only 1% of the total oil palm area. This study revealed the critical importance of accurately mapping perennial crops to understand Brazil's recent agricultural transformation. The integration of high-resolution satellite images and CAR data made it possible to identify a notable predominance of small farms growing these crops and highlights the need for public policies that support family farming, considering its key role in regional economic development.

Index terms

Precision Mapping; CAR; Remote Sensing; Perennial Crops

1. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus de Capitão Poço

2. Instituto Tecnológico Vale – ITV, Brasil

✉ eduardobio2009@gmail.com

MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

1. Introdução

O mapeamento de áreas agrícolas é essencial para o planejamento eficaz e a formulação de políticas agrícolas. Com o advento das geotecnologias, o uso de imagens de satélite tornou-se a principal metodologia para obter informações precisas e atualizadas sobre a distribuição e o estado das culturas agrícolas (ESQUERDO et al., 2011). Dados de satélites como o Landsat e as imagens fornecidas por Maxar Technologies exemplificam a revolução na maneira de monitorar, mapear e quantificar as áreas de produção agrícola.

No entanto, apesar dos avanços tecnológicos e da disponibilidade de dados de satélite, desafios significativos persistem, especialmente na identificação e no mapeamento eficaz de diversos tipos de culturas em escalas detalhadas. Este problema é particularmente evidente no estado do Pará, uma região que viu sua produção agrícola saltar para 45 milhões de toneladas entre 2006 e 2010 (IBGE, 2011). Embora impressionante, este crescimento não foi mapeado espacialmente ou documentado em termos de diversidade de culturas, particularmente nas áreas de agricultura familiar predominantes na mesorregião nordeste do estado (SILVÉRIO et al., 2022).

Este relatório aborda essa lacuna crítica, empregando imagens de satélite de alta resolução da Maxar para mapear especificamente três culturas perenes — citros, dendê e pimenta-do-reino — no município de Nova Esperança do Piriá, Pará. Além disso, utiliza-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR) para analisar o perfil das propriedades que cultivam essas culturas, fornecendo insights valiosos sobre a dinâmica

espacial do uso da terra e as práticas agrícolas na região.

2. Objetivos

Este relatório visa mapear as áreas agrícolas no município de Nova Esperança do Piriá, utilizando imagens de alta resolução. Além disso, ele busca identificar a distribuição das áreas de cultivo por tamanho de propriedade, focando nas culturas perenes de *Citrus* sp. (Citros), *Elaeis guineensis* (Dendê) e *Piper nigrum* (Pimenta-do-reino).

3. Metodologia

3.1 Área de estudo

O município de Nova Esperança do Piriá está situado no Estado do Pará, possui uma área de 2.806 km², tem uma população estimada de 20.478 habitantes e 7,29 hab/km² (IBGE, 2022) (Figura 1). O município de Nova Esperança do Piriá pertence a Região de Integração-(RI) Rio Capim (FAPESPA, 2022) e inserido na Microrregião do Guamá, e Mesorregião Nordeste Paraense. As condições climáticas de Nova Esperança do Piriá apresentam-se em zona equatorial úmido com três meses secos, caracterizam-se com um índice pluviométrico com uma média anual em torno de 2 mil milímetros (mm), com alta umidade do ar basicamente pelo ano todo, as temperaturas são elevadas e com médias anuais de 25°C e contam com uma amplitude térmica baixa (INMET, 2023). O município apresenta o tipo de vegetação de floresta ombrófila densa que é uma vegetação de folhas extensas e perenifólios comumente encontrada em subformações aluvial, submontana e terras



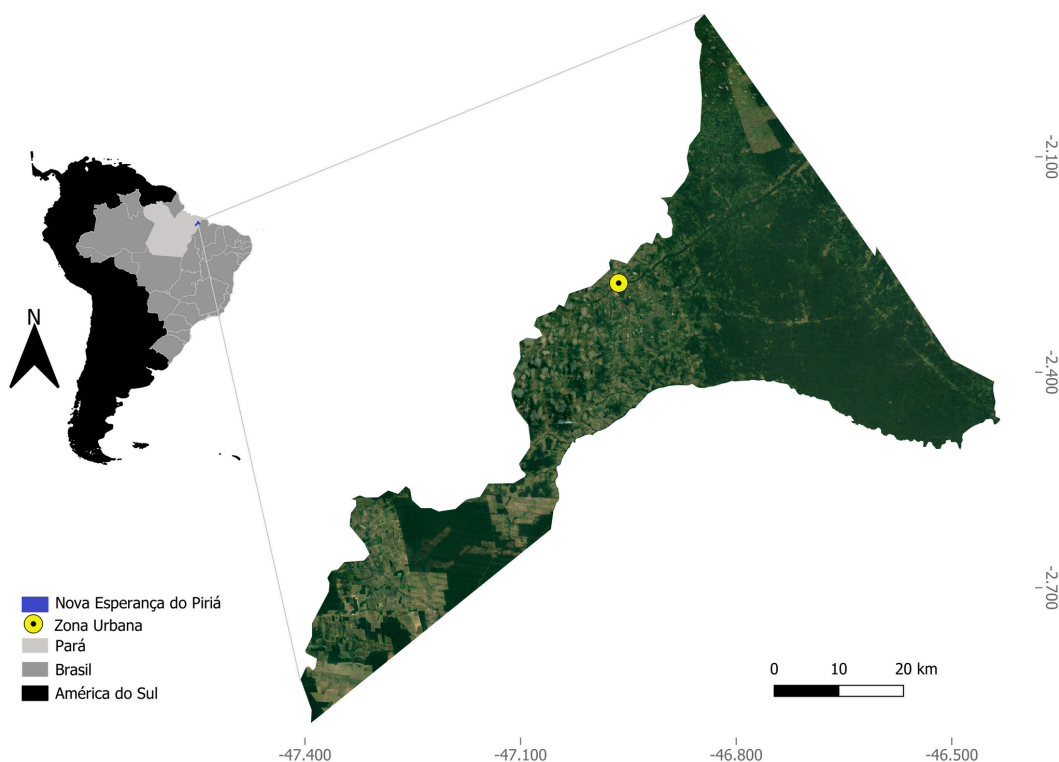
MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

baixas. O solo do município de Nova Esperança do Piriá é do tipo latossolo, plintossolo e argissolo (FAPESPA, 2022).

A mesorregião na qual o município está inserido, o nordeste paraense, se destaca pelo intenso desenvolvimento de atividades agrícolas, por meio da agricultura familiar e agricultura comercial e outros (FLOHRSCHUTZ et al. 1983).

Essa diversidade de práticas agrícolas ressalta a importância social e econômica da atividade agrícola em âmbito regional. Os principais cultivos perenes encontrados na região são citros (espécies do gênero *Citrus* - laranja, limão e tangerina), dendê (palmeiras do gênero *Elaeis*) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) (SILVÉRIO et al., 2022).

Figura 1. Localização do município de Nova Esperança do Piriá, situado na Mesorregião Nordeste Paraense. Cobertura do solo do extraída da Maxar na extensão Google Earth para o software QGIS.



3.2 Procedimentos de mapeamento

O mapeamento das culturas permanentes envolve dois passos principais. Primeiramente, delimitamos com precisão os limites do município de Nova Esperança do Piriá utilizando um arquivo vetorial no formato shapefile, conforme indicado pelo IBGE (2023). Em seguida, realizamos o mapeamento das áreas destinadas ao cultivo de citros, dendê e pimenta-do-reino por meio

de interpretação visual de imagens fornecidas pela Maxar Technologies. Essas imagens apresentam uma resolução notável de aproximadamente 30 x 30 centímetros por pixel e cobrem o período de agosto de 2017 a setembro de 2022. Esses dados estão disponíveis tanto no Google Satélite quanto no Bing Virtual Earth. Todas essas etapas foram conduzidas de maneira eficiente e precisa utilizando o software QGIS (QGIS, 2023).



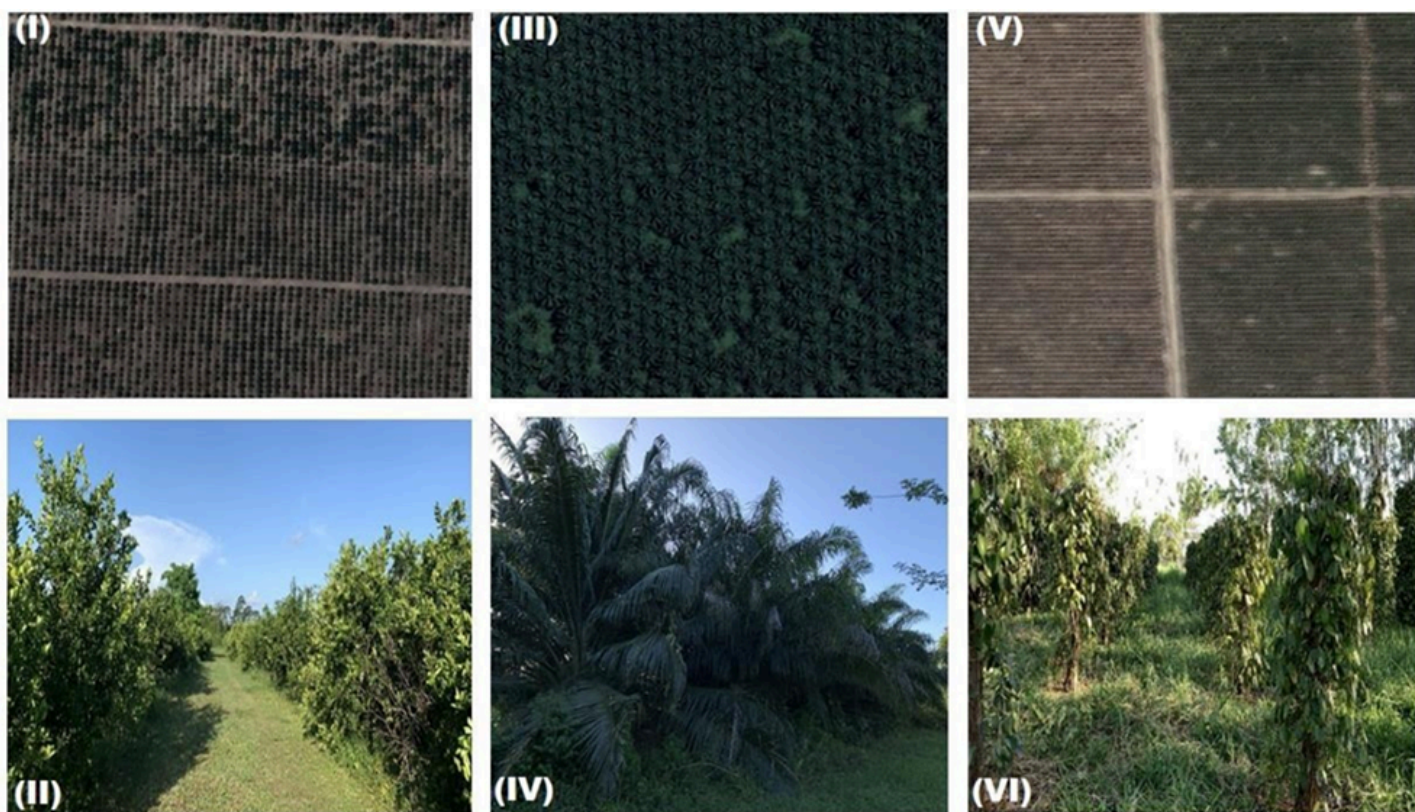
MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

3.3 Interpretação dos padrões das culturas permanentes

As culturas de citros, dendê e pimenta-do-reino se diferenciam pelos padrões visuais de formato da copa das plantas e pelo espaçamento entre os indivíduos na mesma área de cultivo. No caso dos citros, o espaçamento variou entre 6 a 7 metros de largura por 4 metros de comprimento.

Já para a pimenta-do-reino, observamos uma variação nos espaçamentos, oscilando entre 0,4 e 2,5 metros. Por outro lado, o dendê apresenta espaçamentos maiores, em torno de 9 metros por 9 metros, e é facilmente identificado pela uniformidade das copas em formato de estrela (DALAGNOL et al., 2022) (Figura 2). Utilizamos a ferramenta “linha” do Software QGIS para medir esses espaçamentos.

Figura 2. Exemplificação das culturas permanentes de citros (I e II), dendê (III e IV) e pimenta-do-reino (V e VI) utilizando imagens do Maxar (2021) disponíveis no Google Earth (I, III e V), juntamente com visualizações das culturas ao nível do solo (II, IV e VI).



3.4 Dados do Cadastro Ambiental Rural e perfil das propriedades rurais

Para compreender o perfil das propriedades rurais, utilizamos os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que obtivemos do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental

(SICAR) Imóveis (versão 1.0). Classificamos o tamanho das propriedades com base no número de módulos fiscais (MF), categorizando-as como pequenas (<1 MF), médias (≥ 1 e <5 MF) ou grandes (≥ 5 MF). É importante mencionar que, na região de Nova Esperança do Piriá, um módulo fiscal equivale



MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

a uma área de 75 hectares, conforme definido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 2020. Extraímos os arquivos vetoriais correspondentes a cada imóvel de cada município dos dados baixados e os adicionamos ao projeto do QGIS. Em seguida, realizamos a interseção dos dados e exportamos cada camada de cultura em formato "XLSX" para análise posterior.

Utilizamos o software Microsoft Office Excel 2019® para elaborar planilhas detalhadas contendo os dados brutos obtidos no mapeamento das culturas. Ordenamos os dados por municípios e perfil das propriedades e geramos gráficos e tabelas para facilitar a interpretação visual das correlações presentes nos dados analisados. Para analisar os dados do CAR, também utilizamos a linguagem R de estatística (R Core Team, 2023). No QGIS, geramos mapas que mostram as áreas mapeadas e as áreas cobertas pelos imóveis rurais cadastrados no CAR.

4. Resultados

4.1 Área mapeada

De acordo com os dados do MapBiomas, em 1985, o município de Nova Esperança do Piriá possuía uma área de floresta natural de 260,7 mil hectares (91,43%), que diminuiu para 176,0 mil hectares (62,69%) em 2023 (MapBiomas, Coleção 8, 2024). As três culturas permanentes em análise ocupam um total de 1.066 hectares (Figura 3). A maior parte da área é ocupada por pimenta-do-reino (78%; 828 ha), seguidos por citros (21%; 229,71 ha), e por dendê (1%; 8,42 ha), conforme representado na Figura 4.

4.2 Cadastro Ambiental Rural

Identificamos que 61% da área de cultura permanente mapeada está em propriedades devidamente cadastradas no CAR, totalizando 648,53 hectares, enquanto 39% (417,73 hectares) da área mapeada estão em propriedades ainda não cadastradas no CAR. As áreas regularmente cadastradas no CAR estão distribuídas em 798 propriedades destinadas aos cultivos de citros, dendê e pimenta-do-reino (Figura 5). Os cultivos de pimenta-do-reino lideram com 684 propriedades rurais (83%). Em seguida, há 105 propriedades dedicadas aos cultivos de citros (13%), e apenas 9 propriedades destinadas aos cultivos de dendê (4%). Com relação às áreas sem registro no CAR, observa-se que os cultivos de pimenta-do-reino ocupam 41% (339 hectares). Em seguida, os cultivos de citros representam 33% (75 hectares). E por último, as áreas com cultivos de dendê sem registro no CAR somam 39% (3,28 hectares) (Tabela 1).

4.3 Número de propriedades rurais cultivando citros, dendê, ou pimenta-do-reino

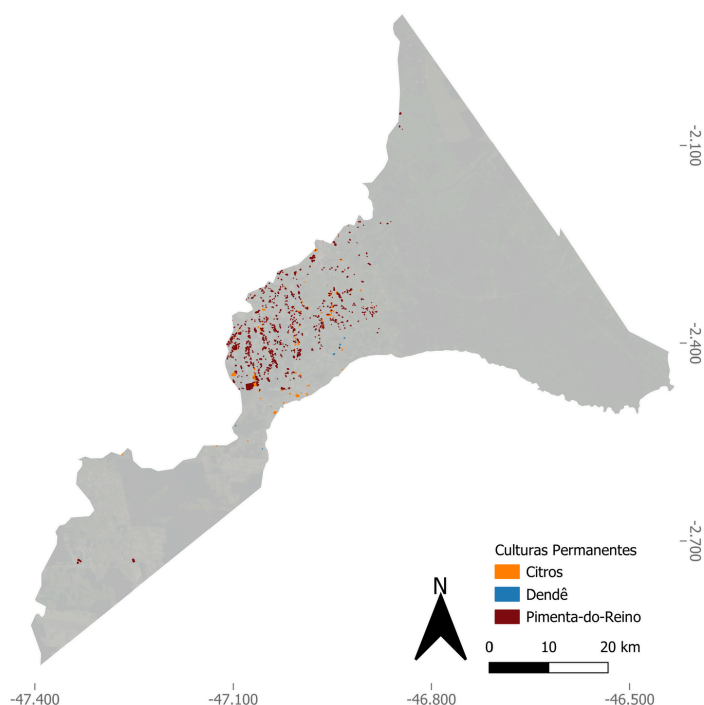
Analisando o padrão de distribuição em relação ao perfil das propriedades, notamos que as pequenas propriedades se destacam na produção das três culturas. Especificamente, as pequenas propriedades lideram principalmente nos cultivos de pimenta-do-reino, com 463 delas envolvidas nessas plantações, representando 68% em comparação com os outros tamanhos de propriedades. Além disso, 66 pequenas propriedades cultivam citros (63%), e 7 pequenas propriedades cultivam dendê (78%). As propriedades de tamanho médio também desempenham um papel significativo na produção das três culturas, com 215



MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

propriedades cultivando pimenta-do-reino (31%), 39 produzindo citros (37%), e apenas duas médias com plantios de dendê (22%). Por outro lado, as grandes propriedades representam uma minoria nos cultivos de

Figura 3. Áreas de culturas mapeadas destacando Citros (na cor laranja), Dendê (em azul), Pimenta-do-reino (em vermelho), no município de Nova Esperança do Piriá (PA).



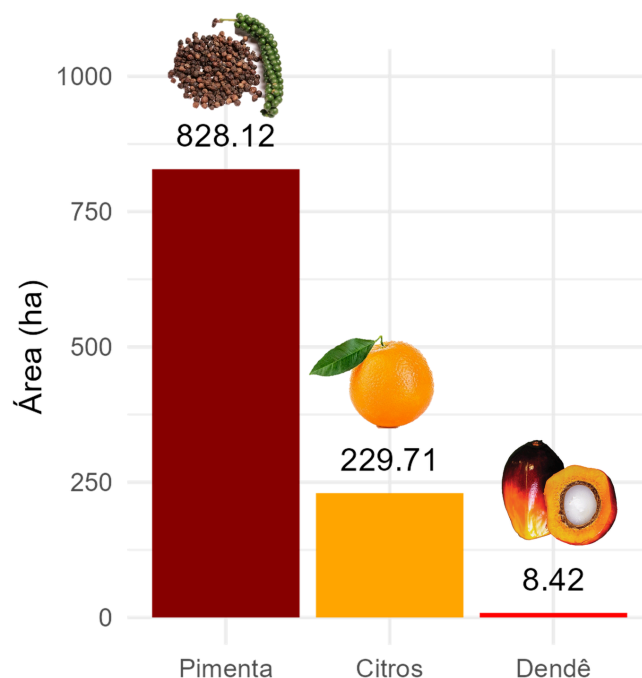
4.4 Cadastro Ambiental Rural

As pequenas propriedades lideram em termos de área plantada para as três culturas. Cerca de 31% da área de pimenta-do-reino (260 hectares), 35% da área de citros (80 hectares), e 48% da área de dendê (4 hectares) estão nas pequenas propriedades. Quanto às propriedades de tamanho médio, a área com pimenta-do-reino abrange 27% (223 hectares), 13% (1 hectare) de dendê, e 32% de citros (74 hectares). Por último, apenas 1% da área mapeada de dendê (6 hectares) está em propriedades de tamanho grande (**Tabela 1**).



pimenta-do-reino, com apenas 6 propriedades registradas (1%). Não foram identificadas grandes propriedades plantando citros ou dendê (**Tabela 1**).

Figura 4. Total de área mapeada em hectares (ha) das culturas de citros, dendê e pimenta-do-reino no município de Nova Esperança do Piriá.



5. Conclusão

Este relatório apresenta uma análise detalhada da distribuição espacial de culturas perenes no município de Nova Esperança do Piriá, situado na região nordeste do Pará. Destacam-se o fato de que para as três culturas mapeadas (citros, dendê e pimenta-do-reino) há uma predominância dos cultivos em propriedades rurais familiares, desempenhando um papel fundamental na segurança alimentar e no fortalecimento da economia regional. Uma grande parcela das áreas cultivadas está em propriedade ainda



MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

não registradas no CAR (33% para citros, 39% para dendê e 41% para pimenta), indicando a necessidade de adequação das propriedades às legislações ambientais vigentes.

Apesar dos progressos no mapeamento dessas áreas com imagens de alta resolução, ainda há grandes desafios a serem superados. É crucial fornecer assistência técnica e apoio financeiro aos proprietários de pequenas e médias propriedades com o objetivo de aperfeiçoar os investimentos nas lavouras, otimizar o manejo e aumentar a produtividade.

Este relatório oferece informações relevantes para pesquisas futuras e auxilia na elaboração de políticas públicas voltadas para o setor agrícola na região. Levamos em conta a relevância das pequenas propriedades rurais para a economia, a segurança alimentar e a criação de oportunidades de trabalho, e a sua contribuição para o progresso da região. Dessa forma, é crucial unir esforços para oferecer apoio abrangente a esses agricultores, com o objetivo de promover o crescimento sustentável da região nordeste paraense.

Figura 5. Áreas registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) no Nova Esperança do Piriá (PA).

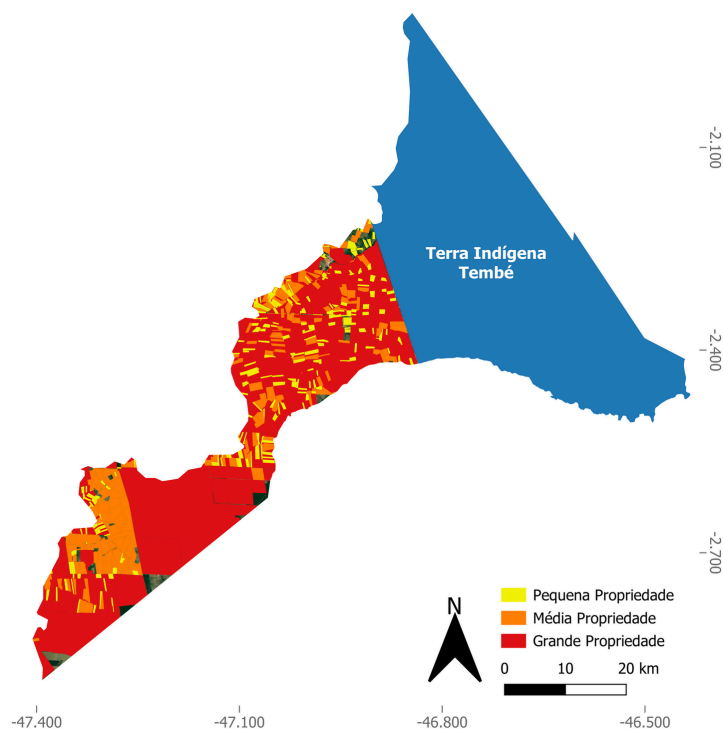


Tabela 1. Área, porcentagem e quantidade de imóveis rurais cadastrados e não cadastrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR) para os cultivos de citros, dendê e pimenta-do-reino. As propriedades estão subdivididas entre pequenas, médias e grandes propriedades referente à quantidade de módulos fiscais.

Tamanho do imóvel	Citros		Dendê		Pimenta-do-Reino	
	Área (ha)	Nº de imóveis	Área (ha)	Nº de imóveis	Área (ha)	Nº de imóveis
Grande	0 (0%)	-	0 (0%)	-	5,61 (1%)	6
Média	74,00 (32%)	39	1,10 (13%)	2	223,41 (27%)	215
Pequena	80,39 (35%)	66	4,04 (48%)	7	259,97 (31%)	463
Com CAR	154,39 (67%)	105	5,14 (61%)	9	489,00 (59%)	684
Sem CAR	75,32 (33%)	-	3,28 (39%)	-	339,13 (41%)	-
Total	229,71 (100%)	-	8,42 (100%)	-	828,12 (100%)	-

MAPEAMENTO DE CITROS, DENDÊ, E PIMENTA-DO-REINO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA DO PIRIÁ, PARÁ, BRASIL

● Agradecimentos

Esse trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, por meio do programa de desenvolvimento da Pós-graduação-PDPG-POSDOC, projeto n.º 88887.691425/2022-00. E pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa – FAPESPA, processo n.º 2022/1437893 – FAPESPA/CNPq do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR.

● Referências bibliográficas

DALAGNOL, R.; WAGNER, F. H.; EMILIO, T.; STREHER, A. S.; GALVÃO, L. S.; OMETTO, J. P. H. B.; ARAGÃO, L. E. O. Canopy palm cover across the Brazilian Amazon forests mapped with airborne LiDAR data and deep learning. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 8, 601-614. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). EMBRAPA TERRITORIAL. Agricultura e preservação ambiental: uma análise do cadastro ambiental rural. Campinas, 2020. Available at: www.embrapa.br/car. Accessed: April 19, 2024.

ESQUERDO, J. C. D. M.; ZULLO, J. J.; ANTUNES, J. F. G. Use of NDVI/AVHRR time-series profiles for soybean crop monitoring in Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 32:13, 3711-3727, 2011.

FLOHRSCHUTZ, G. H. H. et al. O processo de desenvolvimento e nível tecnológico de culturas perenes; o caso da pimenta-do-reino no nordeste paraense. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1983. 82 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados. 2011.

Available at: . Accessed: November 5, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e Estados, Nova Esperança do Piriá. 2022b. Available at: Accessed: August 23, 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2023, v4. 6.46. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/aurora-do-para/panorama>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Cachoeira do Piriá. Brasília, DF: 2023. Available at: <https://portal.inmet.gov.br/>. Accessed: August 28, 2023.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA). Estatísticas Municipais Paraenses: Nova Esperança do Piriá. / Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. 62 f.: il. semestral n.2., nov. – Belém, 2022. Available at: Accessed: August 28, 2023.

MAPBIOMAS. MAPBIOMAS 8.0. Available at: Accessed: April 19, 2024.

QGIS Development Team (2023) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. Qgisorg.

R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

SILVÉRIO, D. V.; REBELATTO, B. F.; OLIVEIRA, A.; et al. Mapeamento da agricultura perene no município de Capitão Poço: relatório técnico 01/2022. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Capitão Poço, 2022. Available at: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1703>.