

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Mãe do Rio, no estado do Pará, Brasil

Mapping Permanent Agriculture and Characterization of Rural Properties in the Municipality of Mãe do Rio, State of Pará, Brazil

Hellen Kezia Almada^{1,2}, Roner Rodrigues³, Lorrayne Aparecida Gonçalves⁴, Luiz Antonio Soares Cardoso², Eduardo Queiroz Marques², Divino Vicente Silvério²

RESUMO

O equilíbrio entre a produção de alimentos e a proteção ambiental é essencial para um futuro sustentável, e isso pode ser alcançado por meio de práticas agrícolas sustentáveis e do monitoramento do uso da terra. No entanto, as tecnologias de mapeamento de uso e cobertura da terra ainda apresentam limitações na identificação de culturas permanentes. Neste estudo, utilizamos imagens de alta resolução para mapear áreas de dendê, citros e pimenta-do-reino no município de Mãe do Rio, na região nordeste do estado do Pará, Brasil. Quantificamos as propriedades produtoras de cada cultura com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), e as propriedades foram classificadas conforme o número de módulos fiscais do município (55 ha), classificamos as propriedades como pequenas (< 1 MF), médias (≥ 1 e < 5 MF) e grandes (≥ 5 MF). Realizamos o mapeamento com mosaicos de imagens *Maxar* (~30 cm) disponibilizadas pelo *Google* e delimitamos manualmente as áreas cultivadas por meio do *software* QGIS. Os resultados indicaram 1.881 ha dessas culturas, sendo 97% ocupados por dendê (1.829 ha), 2% por citros (33 ha) e apenas 1% por pimenta-do-reino (19 ha). Identificamos 60 propriedades cadastradas no CAR com essas culturas, das quais 13 produzem mais de uma cultura. No total, 41 propriedades produzem dendê, 21 de citros e 15 de pimenta-do-reino. Além disso, 620 ha (33% da área mapeada) estão distribuídos em propriedades não cadastradas CAR, reforçando a necessidade da regularização ambiental na região. A comparação com os dados da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) e do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (MapBiomass), evidenciou discrepâncias entre as diferentes fontes de informação. O mapeamento por imagens de alta resolução indicou uma área plantada superior à informada pelo IBGE para dendê (+31%) e citros (+9%), enquanto a área de pimenta-do-reino foi inferior à registrada oficialmente. No mapeamento do MapBiomass, mais de 90% das áreas de culturas permanentes foram classificadas como pastagem, destacando as limitações na detecção de culturas permanentes. Esses resultados contribuem para melhorar o entendimento da dinâmica de uso da terra e fornecem subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas ao monitoramento e à regularização ambiental na região, gestão territorial e no planejamento agrícola da região.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; dendê; citros; pimenta-do-reino; Cadastro Ambiental Rural.

ABSTRACT

The balance between food production and environmental protection is essential for a sustainable future, and this can be achieved through sustainable agricultural practices and land use monitoring. However, land use and land cover mapping technologies still have limitations in identifying

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UFRA, *Campus* de Capitão Poço - PA

2. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, Brasília - DF

3. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, *Campus* de Capitão Poço - PA

4. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – UNEMAT, Nova Xavantina - MT

Autor para correspondência: hellenkezia@gmail.com

permanent crops. In this study, we used high-resolution imagery to map oil palm (*Elaeis guineensis*), citrus (*Citrus sp.*), and black pepper (*Piper nigrum*) cultivation areas in the municipality of Mãe do Rio, located in the northeastern region of Pará State, Brazil. We quantified the number of properties producing each crop based on data from the Cadastro Ambiental Rural (CAR) – the Brazilian Rural Environmental Registry. Properties were classified according to the number of fiscal modules (55 ha each) into small (<1 MF), medium (≥ 1 and <5 MF), and large (≥ 5 MF) properties. The mapping was performed using Maxar image mosaics (~30 cm resolution) provided by Google, and the cultivated areas were manually delineated using QGIS software. The results indicated a total of 1,881 ha of mapped permanent crops, with 97% occupied by oil palm (1,829 ha), 2% by citrus (33 ha), and only 1% by black pepper (19 ha). A total of 63 properties registered in the CAR were identified with these crops, of which 13 properties cultivate more than one crop. In total, 37 properties cultivate oil palm, 20 cultivate citrus, and 14 cultivate black pepper. Additionally, 620 ha (33% of the mapped area) are located in properties not registered in the CAR, reinforcing the need for environmental regularization in the region. A comparison with data from the Municipal Agricultural Production of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2023) and Annual Mapping Project of Land Cover and Use in Brazil (MapBiomias) revealed discrepancies among different data sources. High-resolution image mapping indicated a larger planted area than reported by IBGE for oil palm (+31%) and citrus (+9%), while the black pepper area was lower than the official records. In MapBiomias data, more than 90% of the mapped permanent crop areas were classified as pasture, highlighting the limitations in detecting permanent crops. These findings contribute to a better understanding of land use dynamics and provide support for public policies aimed at monitoring and environmental regularization, as well as territorial management and agricultural planning in the region.

Keywords: Remote sensing; palm oil; citrus; black pepper, Rural Environmental Registry.

1. INTRODUÇÃO

Para garantir um futuro sustentável, é necessário encontrar um equilíbrio entre a produção de alimentos e a proteção ambiental. Isso pode ser feito por meio da adoção de práticas agrícolas sustentáveis, do monitoramento da qualidade do solo, da água e da biodiversidade, da educação e conscientização sobre a importância da conservação ambiental.

A agricultura desempenha um papel fundamental na economia do nordeste do Pará, sendo uma importante fonte de emprego, renda e produção de alimentos. Entre os diferentes sistemas agrícolas, a agricultura permanente se destaca por envolver culturas que permanecem no

solo após a colheita, sem necessidade de replantio, garantindo um uso contínuo e estável da terra. Na região, as principais culturas permanentes incluem pimenta-do-reino, laranja, limão, banana, dendê, cupuaçu e urucum, entre outras (IBGE, 2023a). O mapeamento dessas áreas agrícolas, assim como das áreas de vegetação nativa, é essencial para promover o uso racional e sustentável dos recursos naturais, garantindo segurança ambiental e conservação dos ecossistemas.

Portanto, o monitoramento do uso da terra por meio do mapeamento e a caracterização da situação fundiária são ferramentas essenciais para um planejamento eficiente e uma gestão territorial voltada ao uso sustentável dos recursos naturais.

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Mãe do Rio, no estado do Pará, Brasil

No entanto, apesar da existência de iniciativas baseadas em imagens de satélite, como MapBiomass e TerraClass (SOUZA *et al.* 2020), ainda há discrepâncias entre os dados censitários e as bases de monitoramento agrícola. Um exemplo disso é a cultura dos citros, que frequentemente aparece em levantamentos censitários, mas não é identificada em mapeamentos automatizados de uso e cobertura da terra.

Neste contexto, é essencial destacar a importância do mapeamento preciso e atualizado para fornecer informações críticas aos gestores públicos, pesquisadores e produtores rurais. Com isso objetivamos mapear por interpretação visual três culturas permanentes, citros, dendê e pimenta-do-reino, utilizando imagens de alta resolução, assim como caracterizar as propriedades produtoras utilizando dados do SICAR (PARÁ, 2023), no município de Mãe do Rio, Pará. Esses dados são essenciais para o planejamento territorial, o desenvolvimento de políticas agrícolas e ambientais, a alocação de recursos e o fomento da agricultura sustentável, visando o equilíbrio entre produção, conservação dos recursos naturais e bem-estar das comunidades rurais.

2. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo mapear as áreas de cultivo de culturas permanentes no município de Mãe do Rio, estado do Pará, Brasil, utilizando imagens de alta resolução para a identificação espacial das culturas de *Elaeis guineensis* (dendê), *Citrus* sp. (citros) e *Piper nigrum* (pimenta-do-reino). Além disso, buscamos analisar a distribuição dessas áreas de acordo com o tamanho das propriedades e comparar os resultados obtidos com os dados do MapBiomass e da Produção Agrícola Municipal do IBGE.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no município de Mãe do Rio, localizado a Leste do Pará, na

mesorregião Nordeste Paraense, microrregião do Guamá (Figura 1). O município possui uma área de 469,4 km² e uma população estimada em 34.353 pessoas (IBGE, 2022), o que corresponde a uma densidade demográfica de 73,19 hab/km².

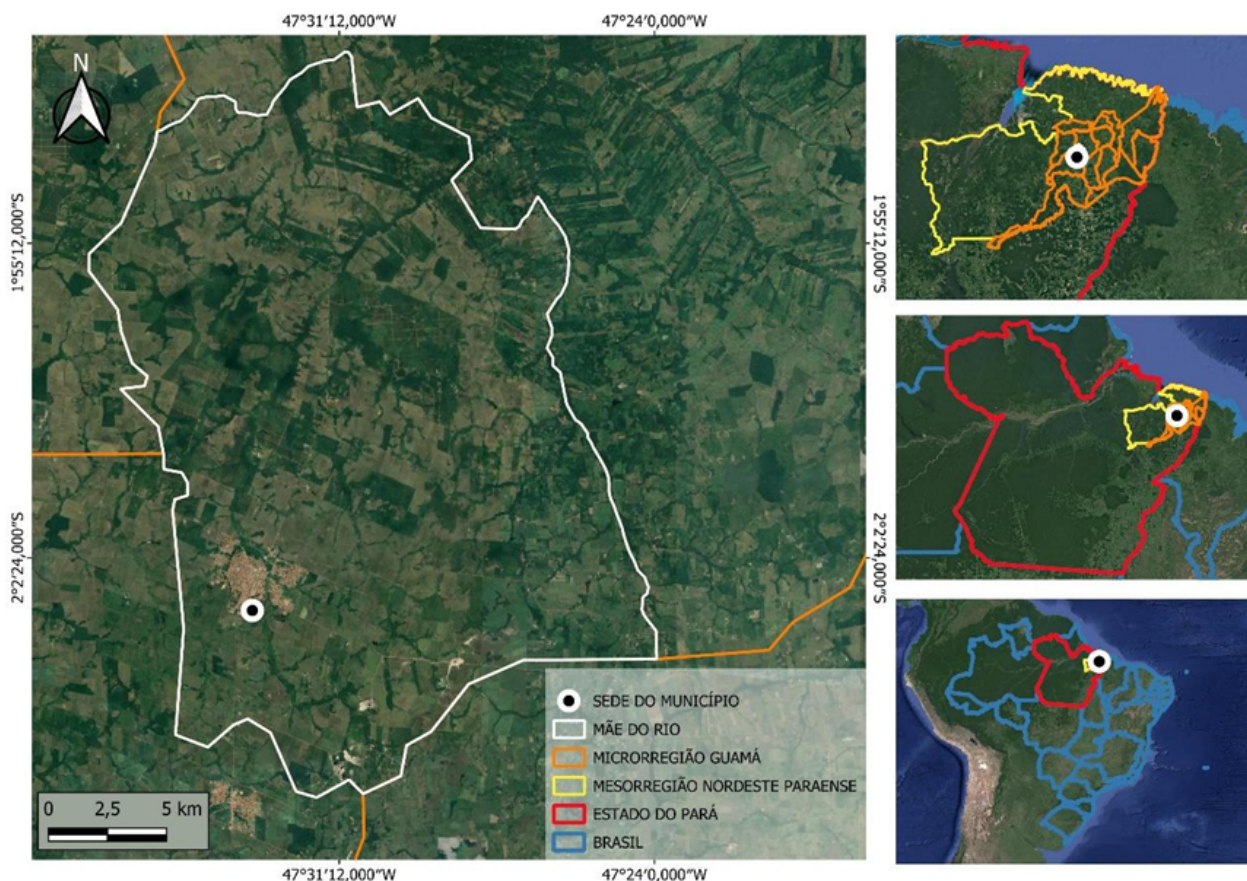
O solo dominante no município é o Latossolo Amarelo Distrófico (FAPESPA, 2023). Possui um regime pluviométrico entre 2.250 e 2.500 mm, com chuvas regulares, não distribuídas igualmente durante o ano, sendo a maior concentração entre janeiro e junho. A umidade relativa do ar fica em torno de 85% e a temperatura média anual é de 25°C (INMET, 2023). A vegetação do município de Mãe do Rio é formada originalmente por Floresta Equatorial Latifoliada. No entanto, atualmente grande parte da área do município foi convertida para pastagens e culturas permanentes e temporárias, a vegetação natural remanescente é composta principalmente por florestas secundárias (FAPESPA, 2023).

O processo de colonização do Município de Mãe do Rio começou no final da década de 1950, estando, indiretamente, ligado à construção da Rodovia Belém-Brasília. Atualmente a economia municipal é baseada na agricultura, no extrativismo e beneficiamento da madeira, formada principalmente por agricultores familiares (FAPESPA, 2023).

3.1 MAPEAMENTO DAS CULTURAS PERMANENTES

Para o mapeamento das culturas permanentes, utilizamos a interpretação visual de imagens de alta resolução espacial (aproximadamente 30 x 30 centímetros por *pixel*) da *Maxar Technologies*. Esse processo permitiu a identificação das áreas cultivadas com dendê (*Elaeis guineensis*), citros (espécies do gênero *Citrus*, como laranja, limão e tangerina) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum*). As imagens empregadas correspondem a mosaicos gerados a partir de imagens do período de 2010 e 2022, disponibilizados na plataforma Google Satélite.

Figura 1. Mapa do município de Mãe do Rio, localizado na microrregião Guamá, na mesorregião Nordeste do estado do Pará, na região Norte do Brasil.



Para identificação das culturas mapeadas, observamos os distintos padrões de formato da copa e o espaçamento entre os indivíduos dos cultivares (Figura 2). As plantações de citros seguem um espaçamento médio de $7,0 \times 4,0$ metros, enquanto as áreas cultivadas com pimenta-do-reino apresentam distâncias menores entre os indivíduos, aproximadamente $4,0 \times 4,0$ metros. Já o dendê, possui um espaçamento maior, em torno de $9,0 \times 9,0$ metros, e é facilmente identificado pela uniformidade das copas dispostas em formato de estrela (DALAGNOL *et al.* 2022). Esse padrão distinto facilitou a delimitação das áreas ocupadas por essa cultura no mapeamento. A medição do espaçamento foi realizada por meio da ferramenta "linha" do *software* QGIS, permitindo a identificação precisa das distâncias entre indivíduos cultivados. O mapeamento com imagens de alta resolução tem sido amplamente

utilizado como base para diversos mapeamentos na região, contribuindo para a melhoria da acurácia na identificação de culturas agrícolas (SILVÉRIO *et al.* 2022; PASSOS *et al.* 2023).

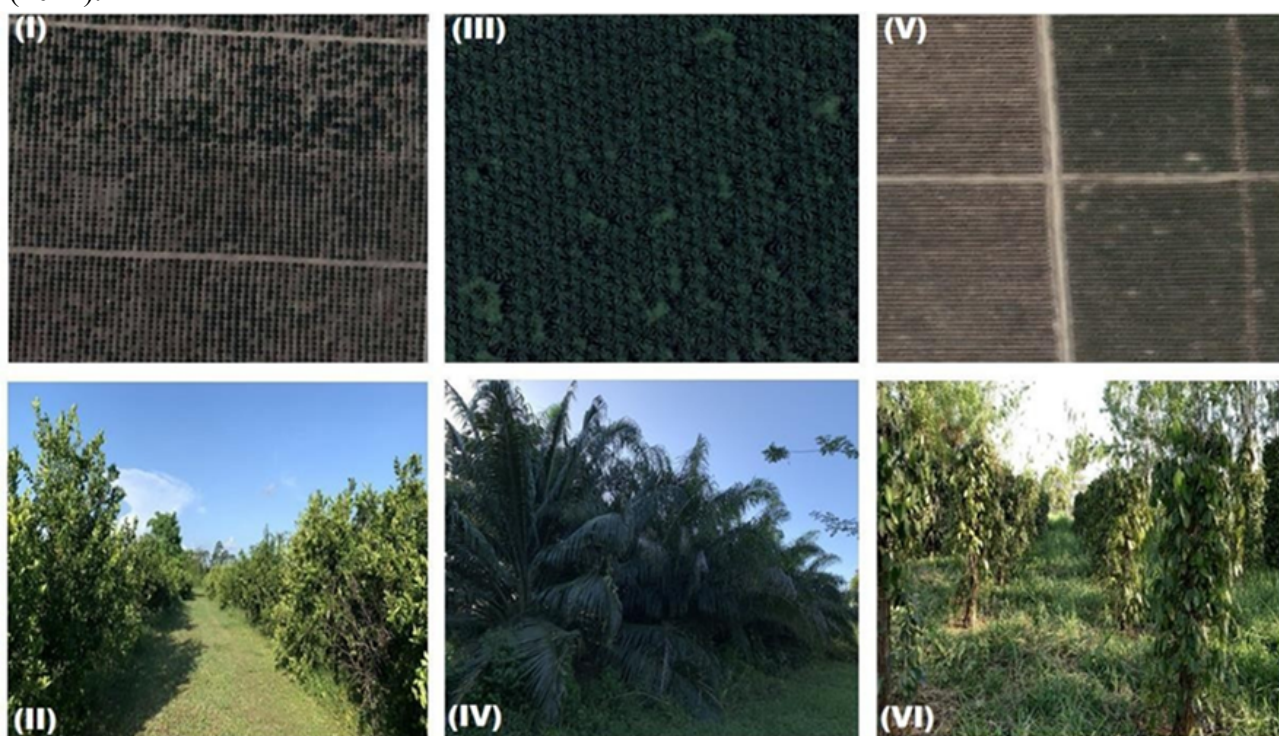
3.2 PERFIL DAS PROPRIEDADES RURAIS

Para caracterizar o perfil das propriedades rurais, utilizamos os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), disponibilizados pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR (PARÁ, 2023) para o município de Mãe do Rio. Atualmente, 75% da área do município já está cadastrada no CAR, permitindo uma análise mais detalhada da regularização fundiária e do uso da terra. A classificação das propriedades foi realizada com base no número de módulos fiscais (MF), sendo que, em Mãe do Rio, cada MF equivale a 55 hectares (EMBRAPA, 2022). As propriedades foram categorizadas em três classes

de tamanho: pequenas propriedades, com área inferior a 55 hectares (<1 MF); médias propriedades, com área entre 55 e menos de 275 hectares (≥ 1 e <5 MF); e grandes propriedades, com área igual ou superior a 275 hectares (≥ 5

MF). Essa categorização possibilita uma avaliação mais precisa da distribuição das culturas agrícolas, bem como da dinâmica fundiária e do nível de regularização ambiental das propriedades no município.

Figura 2. Exemplos de áreas cultivadas com citros, dendê e pimenta-do-reino, identificadas por meio de imagens de alta resolução da *Maxar Technologies* (2021), disponíveis no *Google Earth* e registros fotográficos ao nível do solo. Cultivo de citros (I,II), dendê (III,IV) e pimenta-do-reino (V,VI), visualizado em imagem de satélite (painel superior) e em campo (painel inferior). *Fonte:* MARQUES *et al.* (2024).



3.3 ANÁLISE DOS PASSIVOS DE RESERVA LEGAL (RL) E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS)

Para avaliar os passivos de Reserva Legal (RL) no município de Mãe do Rio, elaboramos um mapa da situação fundiária com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Como a RL é estimada a partir dos limites dos imóveis rurais, excluimos os polígonos correspondentes a assentamentos de reforma agrária da análise, mantendo apenas os imóveis rurais individuais. Determinamos o percentual de RL exigido para cada imóvel conforme a legislação ambiental vigente (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). A

partir dessa definição, calculamos três indicadores para os imóveis analisados: passivo a ser restaurado, representando o déficit de vegetação nativa que foi desmatado após 2008 e precisa ser restaurado dentro do mesmo imóvel que ocorreu o desmatamento; RL a ser compensada, indicando áreas que foram desmatadas antes de 2008 e podem ser compensadas por meio de aluguel ou compra de excedente florestal em outro imóvel dentro do mesmo bioma; excedente que pode ser usado para compensar desmatamento ilegal (e não pode ser desmatado). Para analisar os passivos de RL, utilizamos os dados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (MapBiomas), que gera mapas anuais

para todo o território nacional (SOUZA *et al.* 2020) referentes ao de 2008 e 2023.

Além da regularização ambiental das propriedades cultivadas com culturas permanentes, analisamos a relação entre ocupação agrícola e conservação ambiental, verificando se os imóveis cadastrados no CAR possuem déficit de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Para isso, utilizamos os dados da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2022), que classifica as APPs como áreas preservadas ou com passivo ambiental. Inicialmente realizamos a interseção entre os polígonos das propriedades rurais e a área das culturas permanentes e em seguida intersectamos com as áreas de APPs classificadas como passivo pela FBDS. Em seguida, quantificamos as propriedades produtoras de cada cultura que possuem APPs degradadas.

Essas análises foram realizadas nos softwares R (R CORE TEAM, 2023) e QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2024), permitindo uma abordagem espacial detalhada para avaliar a conformidade ambiental e os desafios da regularização fundiária no município.

3.3 CORRESPONDÊNCIA COM DADOS DO IBGE E MAPBIOMAS

Para avaliar a correspondência dos resultados do mapeamento, os dados obtidos foram comparados com fontes secundárias. Analisamos a correspondência dos mapeamento realizado em relação a Produção Agrícola Municipal (PAM) referente ao ano 2023 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística disponível no portal SIDRA – Banco de Tabelas Estatísticas (<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>), que fornece informações detalhadas sobre a área plantada ou destinada a culturas permanentes a nível municipal para o período de 1988 a 2023, selecionamos apenas os dados referentes às

culturas de citros (laranja, limão e tangerina), dendê e pimenta-do-reino. Além disso, os resultados foram comparados com os dados do MapBiomas. No contexto deste estudo, analisamos as classes de água, campo, culturas temporárias, floresta, pastagem e solo exposto mapeadas para o ano de 2023.

4. RESULTADOS

No município de Mãe do Rio, foram mapeados 1.881 hectares de culturas permanentes, incluindo dendê, citros e pimenta-do-reino, o que corresponde a aproximadamente 4% da área total do município (Figura 3). Dentre as culturas identificadas, o dendê foi predominante, ocupando 1.829 ha, o que representa 97% da área mapeada. O cultivo de citros foi responsável por 33 ha (2%), enquanto a pimenta-do-reino ocupou 19 ha, correspondendo a 1% da área total mapeada (Figura 3).

4.1 PERFIL DAS PROPRIEDADES RURAIS

Dos 1.881 hectares mapeados, 67% estão registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR), abrangendo 1.225 ha distribuídos entre 60 propriedades rurais (Figura 3). Dentre essas, 14 propriedades cultivam mais de uma das culturas analisadas, sendo 41 propriedades produtoras de dendê, 21 de citros e 15 de pimenta-do-reino (Tabela 1).

Em relação às classes fundiárias, as pequenas propriedades são as mais numerosas na produção de todas as culturas, com 28 propriedades cultivando dendê, 14 cultivando citros e 10 cultivando pimenta-do-reino (Figura 4). No entanto, somente para os citros essas propriedades concentram a maior parte da área cultivada (83%, equivalente a 17 ha). Para a pimenta-do-reino ocupam 8 ha (49%), enquanto no caso do dendê representam apenas 5% da área total mapeada (67 ha). As médias propriedades apresentam 10 imóveis produtores de dendê, contribuindo com apenas 3% da área total da

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Mãe do Rio, no estado do Pará, Brasil

Figura 3. Área plantada de dendê, citros e pimenta-do-reino nas propriedades rurais cadastrados no CAR e áreas não cadastradas no CAR do município de Mãe do Rio - PA.

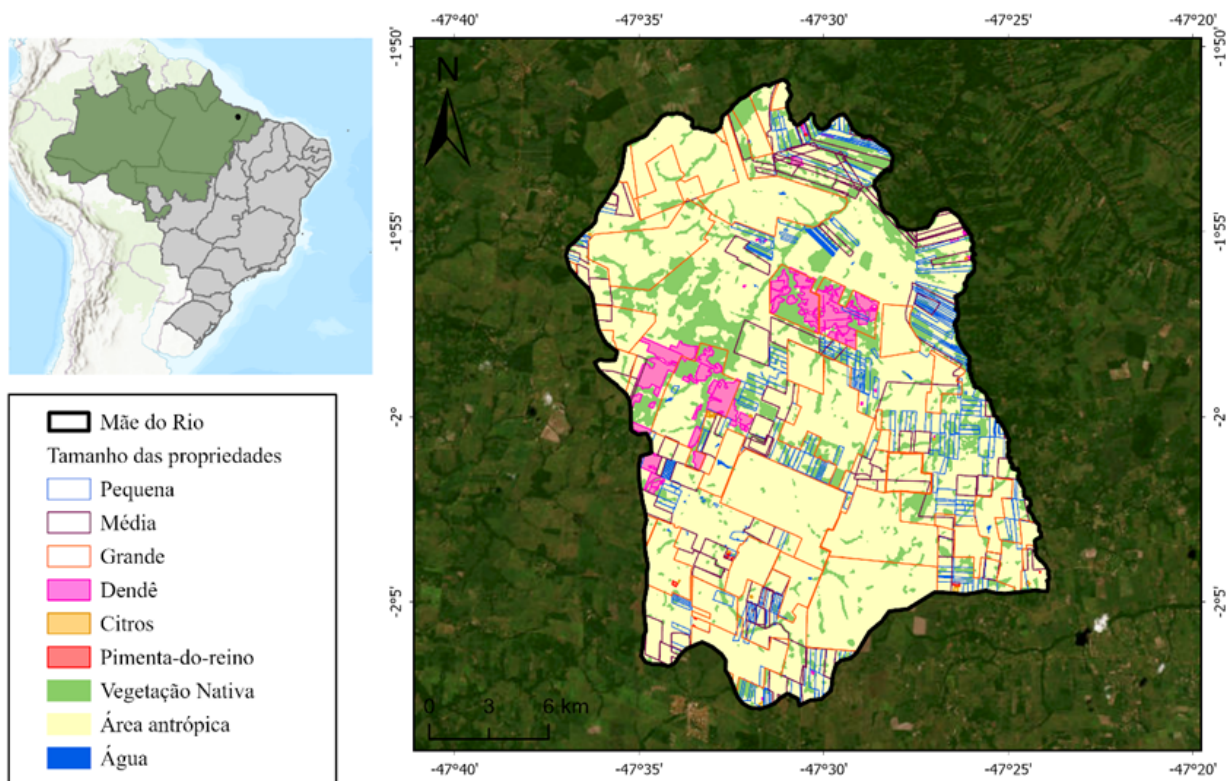
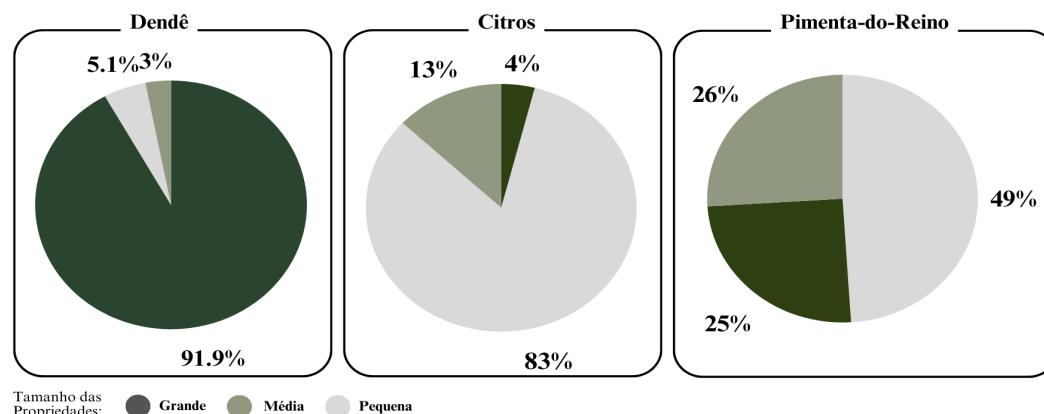


Tabela 1. Área de agricultura permanente mapeadas no município de Mãe do Rio – PA de acordo com o tamanho dos imóveis em 2023, utilizando imagens *Maxar* disponibilizadas no *Google Earth*. A soma da área plantada agrupada em pequenas, médias e grandes propriedades, pode ser superior à área total devido à sobreposição de imóveis no CAR.

Tamanho da propriedade	Dendê		Citros		Pimenta-do-Reino	
	N.º de imóveis	Área (ha)	N.º de imóveis	Área (ha)	N.º de imóveis	Área (ha)
Pequena	28	67,40 (5%)	14	16,70 (83%)	10	8,50 (49%)
Média	10	43,10 (3%)	4	2,62 (13%)	4	4,52 (26%)
Grande	3	1.136,32 (91%)	3	0,77 (4%)	1	4,38 (25%)
Com CAR	41	1.209,26 (66%)	21	19,05 (58%)	15	13,63 (73%)
Sem CAR		620,03 (34%)		13,70 (42%)		5,08 (27%)
Total		1.829,29		32,75		18,71

Figura 4. Distribuição da área cultivada de acordo com o tamanho das propriedades para as culturas permanentes de dendê, citros e pimenta-do-reino, em Mãe do Rio - Pará.



cultura. Para os citros, somam 4 propriedades e 3 ha cultivados (13%), enquanto para a pimenta-do-reino, 4 propriedades são responsáveis por 4 ha (26%). Já as grandes propriedades, apesar de serem menos numerosas, concentram a maior parte da área plantada com dendê. Três propriedades respondem por 91% da produção total (1.136 ha), enquanto 3 propriedades cultivam citros em apenas 0,77 ha (4%) e um único imóvel é responsável por 4 ha de pimenta-do-reino (25%).

Notamos que 34% da área cultivada com dendê em Mãe do Rio (620 ha) está em propriedades não cadastradas no CAR, assim como 42% da área de citros (13 ha) e 27% da área de pimenta-do-reino (5 ha). Esses dados destacam a forte concentração do dendê em grandes propriedades e a necessidade de regularização fundiária para uma parcela significativa da produção agrícola do município.

A análise do balanço de Reserva Legal (RL) das 60 propriedades cadastradas no CAR em Mãe do Rio revelou um passivo total de 1.727 ha. Deste total, 84% (1.444 ha) pode ser compensado em outras áreas, enquanto 293 ha precisam ser restaurados no local do desmatamento. Entre as áreas a serem compensadas, 33% (565 ha) podem ser regularizados dentro do próprio município,

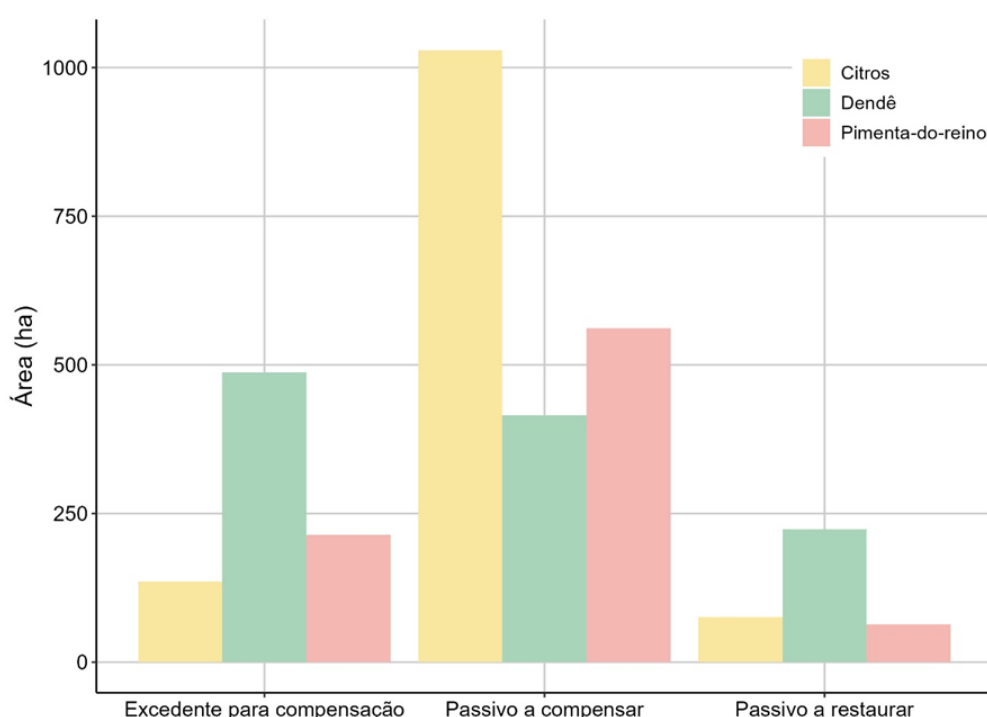
reduzindo a necessidade de compensação em áreas externas. A maior parte do passivo a ser restaurado (223 ha) está em propriedades que cultivam dendê, seguido por citros (75 ha) e pimenta-do-reino (64 ha), evidenciando que o cultivo de dendê tem sido associado a maiores índices de desmatamento após 2008 (Figura 5). Já o passivo a ser compensado está distribuído principalmente em propriedades produtoras de citros (1.030 ha), seguidas por pimenta-do-reino (562 ha) e dendê (415 ha) (Figura 5). Por outro lado, as propriedades que cultivam dendê possuem a maior área disponível para compensação (487 ha), seguidas por pimenta-do-reino (214 ha) e citros (136 ha).

Embora a demanda por compensação seja maior do que a necessidade de restauração direta, é fundamental estimular a recuperação de áreas prioritárias, como fragmentos altamente degradados e Áreas de Preservação Permanente (APPs), que desempenham um papel essencial na conservação da biodiversidade e na conectividade ecológica. O incentivo à restauração nessas áreas pode maximizar os benefícios ambientais, contribuindo para a regulação climática, a manutenção dos recursos hídricos e a preservação de espécies endêmicas, além de aumentar a resiliência dos sistemas produtivos a longo prazo.

A FBDS estima um total de 4.039 ha de Áreas de Preservação Permanente (APP) no município de Mãe do Rio, correspondendo a 8,6% do território. Deste total, mais da metade (2.601 ha, ou 64%) possui passivo ambiental (FBDS, 2022). As propriedades com cultivo de dendê se destacam, com passivo ambiental

registrado em 29 propriedades, totalizando 147 ha (desse total 8,58 ha é composto por plantações de dendê). As propriedades com produção de pimenta-do-reino apresentam passivo em 11 propriedades, com 53 ha impactados. Já as propriedades que produzem citros somam 127 ha de passivo distribuídos em 16 propriedades.

Figura 5. Balanço de Reserva Legal (RL) nas propriedades cadastradas no CAR em Mãe do Rio, e relação com as culturas permanentes de dendê, citros e pimenta-do-reino.



4.2 CORRESPONDÊNCIA COM OS OFICIAIS DO IBGE

A comparação entre os dados da Produção Agrícola Municipal em 2023 do IBGE e o mapeamento realizado com imagens de alta resolução da *Maxar* revelou discrepâncias na estimativa das áreas ocupadas por culturas permanentes no município de Mãe do Rio. A área mapeada para dendê com imagens de alta resolução foi 31% superior à informada pelo IBGE, enquanto a área de citros apresentou uma diferença menor, com uma diferença de 9%. Por outro lado, a pimenta-do-reino apresentou uma área mapeada inferior à registrada pelo IBGE,

correspondendo a menos da metade da área declarada na base oficial (Tabela 2).

Essas diferenças podem estar associadas às metodologias distintas utilizadas para a obtenção dos dados. O IBGE realiza suas estimativas com base em declarações de produtores, registros administrativos e levantamentos de campo, o que pode levar a variações devido à sub ou superestimação da área plantada (IBGE, 2023). Em contrapartida, o mapeamento por sensoriamento remoto com imagens de alta resolução, permite uma identificação espacial mais precisa das áreas efetivamente ocupadas pelas culturas,

considerando os padrões de plantio e características visuais das culturas analisadas.

A maior área mapeada para dendê e citros sugere que pode haver subnotificação dessas culturas nos registros do IBGE, possivelmente devido à falta de declaração por parte de produtores ou à dificuldade de monitoramento de áreas produtivas dispersas. Esses achados reforçam a importância da integração entre dados de sensoriamento remoto e estatísticas oficiais para uma melhor compreensão da realidade agrícola do município.

Tabela 2. Comparação da área plantada ou destinada a culturas permanentes no município de Mãe do Rio: dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2023) e Mapeamento com imagens de alta resolução da *Maxar*.

Cultura	IBGE 2023 (ha)	<i>Maxar</i> (ha)
Dendê	1.253	1.829
Citros	30	33
Pimenta	40	19

4.3 CORRESPONDÊNCIA COM DADOS DO MAPBIOMAS

A comparação entre o mapeamento das culturas permanentes com imagens de alta resolução e as classes de uso e cobertura da terra do MapBiomas indica uma predominância (>90%) da classificação das áreas de dendê, citros e pimenta-do-reino como pastagem (Tabela 3). A predominância da classe pastagem no MapBiomas para áreas de culturas permanentes ressalta a necessidade de combinar diferentes abordagens metodológicas para melhorar a precisão do mapeamento agrícola, incorporando dados adicionais de textura e padrões espaciais específicos das culturas analisadas. Pequenas parcelas de dendê (3,6%) foram identificadas como florestas, possivelmente devido à estrutura

das copas das palmeiras se assemelharem a áreas de vegetação densa em imagens de satélite. Já a pimenta-do-reino apresentou maior dispersão entre diferentes classes, incluindo culturas temporárias, solo exposto, campo e água, essa maior variação pode estar relacionada a forma cultivo, que muitas vezes ocorre em pequenas parcelas integradas a outras atividades agrícolas, dificultando a diferenciação por classificações baseadas em pixels.

Tabela 3. Comparação entre a área (hectares e percentual) do uso da terra mapeado pelo MapBiomas (Coleção 9) e o mapeamento de culturas permanentes (dendê, citros e pimenta-do-reino) com imagens de alta resolução (*Maxar*) no município de Mãe do Rio, Pará.

	Dendê	Citros	Pimenta
Água	0,0	0,0	0,1 (0,5%)
Campo	0,0	0,0	0,2 (0,9%)
Culturas temporárias	0,0	0,0	0,7 (4,0%)
Floresta	66,2 (3,6%)	0,0 (0,1%)	0,0 (0,2%)
Pastagem	1763,0 (96,4%)	32,5 (99,3%)	17,4 (93,1%)
Solo Exposto	0,1 (0%)	0,2 (0,6%)	0,3 (1,4%)

5. CONCLUSÃO

O mapeamento de precisão das culturas permanentes em Mãe do Rio é essencial para o planejamento estratégico do setor produtivo, a formulação de políticas públicas e a melhoria das ações de monitoramento e regularização ambiental. A análise da distribuição fundiária revelou que, embora a produção de dendê esteja fortemente concentrada em grandes propriedades, as pequenas propriedades são numericamente predominantes. Já as culturas de citros e pimenta-do-reino apresentam uma distribuição mais homogênea entre as classes fundiárias, evidenciando a importância da agricultura familiar na geração de renda dos pequenos produtores e no fortalecimento da economia local.

Além disso, os resultados indicaram que uma parcela significativa da produção agrícola ocorre em áreas não cadastradas no Cadastro Ambiental Rural, destacando a necessidade de regularização ambiental dessas propriedades. A ausência de cadastro pode limitar o acesso a incentivos governamentais e crédito rural, além de dificultar a implementação de políticas voltadas ao monitoramento da produção e à sustentabilidade ambiental.

A comparação entre os métodos de mapeamento apontou inconsistências significativas entre os dados de sensoriamento remoto e as bases oficiais, ressaltando as limitações de abordagens baseadas exclusivamente em declarações de produtores ou classificação automatizada de imagens. Esses resultados reforçam a importância da integração de técnicas de sensoriamento remoto de alta resolução e bases institucionais para aprimorar a caracterização do uso da terra.

6. AGRADECIMENTO

Esse trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, por meio do Programa

de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) Pós-Doutorado Estratégico, N° 88887.987600/2024-00.

7. REFERENCIAS

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. DOI: 10.1002/rse2.264

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Módulos Fiscais - Portal EMBRAPA.** Disponível em <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-d-e-reservalegal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em 25 de outubro de 2022.

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. Estatísticas Municipais: Mãe do Rio. 67, Belém, 2023. Disponível em <<https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2025/02/Mae-do-Rio.pdf>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2025.

FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (2022) Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros. Disponível em: <<http://geo.fbds.org.br/>>. Acesso em 13 fevereiro 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017.** Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html>. Acesso em: 19/05/2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados. Brasil, Pará, Mãe do Rio.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/mae-do-rio/pesquisa/15/11863>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal – 2025**. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2025.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Ipixuna do Pará. Brasília, DF: 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 25 de fevereiro de 2023.

MARQUES, E. Q.; DANTAS, V. O.; CARDOSO, L. A. S.; CARNEIRO, F. S.; ALMADA, H. K. S.; GONÇALVES, L. A.; SILVÉRIO, D. V. Mapeamento de culturas permanentes de Citros, Dendê e Pimenta-do-Reino no município de Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil: relatório técnico 03/2024. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Capitão Poço, 2024.

PARÁ. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS. **Cadastro Ambiental Rural do Estado do Pará**. Disponível em: <<http://car.semas.pa.gov.br/#/>>. Acesso em 10 de outubro de 2023.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project, 2024. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em 15 de agosto 2024.

R CORE TEAM. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

PASSOS, F. B.; RODRIGUES, R.; CARNEIRO, F. DA S.; SILVA, R. T. L.; SILVÉRIO, D. V. Mapeamento de culturas permanentes e caracterização das propriedades rurais no município de Ourém – PA: Relatório técnico 02/2023. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Capitão Poço, 2023.

SILVÉRIO, D. V.; REBELATTO, B.; OLIVERIA, A. F.; PASSOS, F. B.; EMIDIO, C.;

SILVA, A. S.; SILVA, B. M. S.; FARIAS, R. J. R.; PRUDENTE, B.; LENZA, E.; ALMADA, H.; Mapeamento da agricultura perene no município de Capitão do Poço – PA: Relatório técnico 01/2022. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Capitão Poço, 2022.

SOUZA Jr. C. M.; SHIMBO, J.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A.; RUDORFF, B. F.; ... & AZEVEDO, T. 2020. **Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine** – Remote Sensing, 12, 17. 2020. 10.3390/rs12172735