

## Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

Mapping Permanent Agriculture and Characterization of Rural Properties in the Municipality of Irituia, Pará, Brazil

Hellen Kezia Almada<sup>1,2</sup>, Francimary da Silva Carneiro<sup>2</sup>, Roner Rodrigues<sup>3</sup>, Lorryne Aparecida Gonçalves<sup>4</sup>, Luiz Antonio Soares Cardoso<sup>2,5</sup>, Eduardo Queiroz Marques<sup>2</sup>, Divino Vicente Silvério<sup>2,3</sup>

### RESUMO

As culturas permanentes possuem grande importância econômica no mercado brasileiro. Na Amazônia, o cultivo do dendê, dos citros e da pimenta-do-reino tem crescido substancialmente na última década. Apesar disso, os mapeamentos de uso e cobertura da terra existentes ainda não conseguem identificar de forma eficiente estas culturas na região. Neste trabalho, utilizamos imagens de alta resolução para mapear essas três culturas no município de Irituia, localizado na mesorregião Nordeste Paraense, estado do Pará, Brasil. Adicionalmente, quantificamos o número de imóveis produtores com base no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e, considerando o módulo fiscal (MF) do município (55 ha), classificamos os imóveis como pequenos ( $\leq 1$  MF), médios ( $>1$  e  $\leq 5$  MF) e grandes ( $>5$  MF). O mapeamento foi realizado a partir de mosaicos de imagens *Maxar* (~30 cm), disponibilizadas pelo Google, com a vetorização manual das áreas de cultivo no *software* QGIS. Os resultados indicaram uma área total de 3.125 hectares ocupada pelas três culturas no município de Irituia, sendo 49% com citros (1.533 ha), 47% com dendê (1.472 ha) e 4% com pimenta-do-reino (120 ha). Identificamos 401 imóveis com essas culturas cadastrados no CAR, dos quais 199 cultivam citros, 188 dendê e 69 pimenta-do-reino. Uma área de 607 ha está localizada em imóveis não cadastrados, representando 34% da área total com citros, 22% da área com pimenta-do-reino e 4% da área com dendê. Além disso, analisamos a situação ambiental dessas propriedades. Verificamos um passivo total de 5.779 ha de Reserva Legal (RL), dos quais 2.233 ha exigem restauração no local e 3.546 ha podem ser compensados, com oferta suficiente de vegetação nativa no próprio município. Também foi identificado que 63% das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município apresentam passivo ambiental, com maior ocorrência em propriedades produtoras de dendê. Esses dados reforçam a necessidade de ações integradas de monitoramento e restauração, especialmente em áreas prioritárias para a conservação. Os resultados obtidos contribuem para o diagnóstico do uso da terra e subsidiar políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial e à regularização ambiental no contexto amazônico.

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

### ABSTRACT

Perennial crops play a significant economic role in the Brazilian market. In the Amazon, the cultivation of oil palm, citrus, and black pepper has grown substantially over the last decade. Despite this, existing land use and land cover maps still fail to efficiently identify these crops in the region. In this study, we used high-resolution satellite imagery to map these three crops in the

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

2. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UFRA, *Campus* de Belém - PA

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

5. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, *Campus* Bragança, Bragança - PA

Autor para correspondência: hellenkezia@gmail.com

municipality of Irituia, located in the Northeast Paraense mesoregion, state of Pará, Brazil. Additionally, we quantified the number of rural properties producing each crop based on data from the Rural Environmental Registry (CAR), and, considering the fiscal module (MF) of the municipality (55 ha), we classified the properties as small ( $\leq 1$  MF), medium ( $> 1$  and  $\leq 5$  MF), and large ( $> 5$  MF). Mapping was performed using Maxar image mosaics ( $\sim 30$  cm resolution) available on Google platforms, with manual delineation of cultivated areas using QGIS software. The results indicated a total of 3,125 hectares of perennial crops in Irituia, of which 49% were citrus (1,533 ha), 47% oil palm (1,472 ha), and only 4% black pepper (120 ha). A total of 401 properties were identified with these crops registered in the CAR, with 199 cultivating citrus, 188 oil palm, and 69 black pepper. Of the total mapped area, 607 ha are located on properties not registered in the CAR, representing 34% of the total citrus area, 22% of the black pepper area, and 4% of the oil palm area. We also assessed the environmental status of these properties. The analysis revealed a total Legal Reserve (RL) deficit of 5,779 ha, of which 2,233 ha must be restored on-site, while 3,546 ha can be legally offset, with sufficient native vegetation available within the municipality to meet this demand. Furthermore, 63% of the Permanent Preservation Areas (APPs) in the municipality show environmental liabilities, with the highest occurrence in oil palm-producing properties. These findings highlight the need for integrated monitoring and restoration strategies, particularly in priority areas for conservation. Overall, the study provides a detailed diagnosis of land use and offers valuable data to support public policies aimed at territorial planning and environmental regularization in the Amazon region.

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

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos tem resultado na expansão acelerada da agricultura e das pastagens sobre ecossistemas nativos, tornando essencial a existência de mecanismos que garantam a proteção dos ecossistemas mais sensíveis. Esse avanço tem provocado perdas significativas na Amazônia, que perdeu 12% (44 milhões de hectares) de sua vegetação nativa nos últimos 37 anos, principalmente devido à conversão para uso agropecuário (PROJETO MAPBIOMAS, 2023). Nesse contexto, torna-se fundamental a atuação de instrumentos legais que orientem o uso sustentável da terra. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN – Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012; BRASIL, 2012) representa a principal legislação que regulamenta onde a vegetação nativa deve ser conservada ou onde pode ser suprimida em propriedades privadas.

A LPVN instituiu o Cadastro Ambiental Rural (CAR) como um registro público eletrônico obrigatório para todas as propriedades rurais, com o objetivo de apoiar a gestão e o monitoramento ambiental. O CAR integra informações essenciais sobre os imóveis rurais, incluindo a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), Reservas Legais (RLs), áreas de uso restrito, remanescentes de vegetação nativa e áreas consolidadas. Embora ainda haja desafios para a validação dos cadastros, a maior parte das propriedades já está registrada, o que permite relacionar o perfil fundiário às atividades econômicas desenvolvidas e compreender melhor a dinâmica de uso da terra, assim como os possíveis caminhos para a intensificação sustentável da agricultura.

As culturas permanentes estão entre as principais atividades econômicas da região

**Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil**

amazônica e apresentam diversas vantagens em relação às culturas anuais. Além de permitirem colheitas sucessivas sem necessidade de novo plantio e apresentarem alto valor nutricional (IBGE, 2017), essas culturas tendem a reduzir os custos de produção ao longo do tempo e demandam menos mecanização, preparo de solo, mão de obra e manejo especializado. Dentre as diversas atividades agrícolas desenvolvidas no mercado brasileiro, o cultivo de citros (espécies do gênero *Citrus*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) e dendê (*Elaeis guineensis*), destaca-se por ser mais acessível ao mapeamento, devido à sua fácil identificação em imagens de satélite de alta resolução (SILVÉRIO et al., 2022).

O avanço das tecnologias de sensoriamento remoto tem possibilitado importantes melhorias no monitoramento ambiental e no entendimento das dinâmicas de uso da terra (SANTOS et al., 2019; LIMA et al., 2020; SANTOS et al., 2022; DUTRA et al., 2023; MAPBIOMAS, 2023). No entanto, os mapeamentos disponíveis no Brasil ainda enfrentam limitações para distinguir com precisão áreas de agricultura perene e pastagens, especialmente em regiões como a mesorregião do Nordeste Paraense, onde ambas as atividades são predominantes (SILVÉRIO et al., 2022; PROJETO MAPBIOMAS, 2022).

A geração de informações espacializadas confiáveis é essencial para estabelecer prioridades que promovam a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas amazônicos. Nesse contexto, torna-se fundamental o desenvolvimento de mapeamentos precisos da ocupação agrícola da região. Dessa forma, este estudo busca ampliar o conhecimento técnico disponível para a sociedade civil e para os gestores públicos, contribuindo para o aprimoramento do planejamento de políticas públicas, do ordenamento produtivo e da regularização ambiental das áreas de cultivo.

**2. OBJETIVO**

Este estudo tem como objetivo mapear a área destinada às três culturas permanentes do

município de Irituia, no estado do Pará — dendê (*Elaeis guineensis*), citros (*Citrus* spp.) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) — por meio da análise de imagens de satélite de alta resolução. Adicionalmente, buscamos comparar os resultados obtidos com as estimativas oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e com os dados de uso e cobertura da terra do projeto MapBiomas. O estudo também visa identificar a distribuição fundiária das propriedades produtoras e avaliar sua situação ambiental, com base na análise de passivos de Reserva Legal (RL) e de Áreas de Preservação Permanente (APPs), contribuindo para o diagnóstico do uso da terra e para o direcionamento de políticas públicas voltadas à regularização ambiental e ao planejamento territorial sustentável.

**3. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi realizado no município de Irituia, localizado na mesorregião Nordeste Paraense, a aproximadamente 123 km da capital Belém, no estado do Pará (Figura 1). O município possui uma área de 1.385 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 32.639 habitantes (IBGE, 2021). O solo predominante no município é o Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2022). O regime pluviométrico varia entre 2.250 e 2.500 mm anuais, com chuvas regulares, porém distribuídas de forma desigual ao longo do ano, sendo a maior concentração entre os meses de janeiro e junho. A umidade relativa do ar gira em torno de 85%, e a temperatura média anual é de 25 °C (IDESP-PA, 2014).

A vegetação original do município de Irituia era composta por floresta tropical ombrófila densa (FAPESPA, 2023). No entanto, atualmente, grande parte da área municipal foi convertida em pastagens e áreas agrícolas. As áreas remanescentes de vegetação natural são, em sua maioria, formadas por florestas secundárias (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2020). A economia de Irituia é baseada principalmente na agricultura, no extrativismo e no beneficiamento de madeira, sendo composta majoritariamente por

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

agricultores familiares (FAPESPA, 2023; QUADROS et al., 2023).

3.1 MAPEAMENTO DAS CULTURAS PERMANENTES

Para mapear as culturas permanentes, seguimos duas etapas. Primeiramente, obtivemos os limites municipais e as fronteiras estaduais disponibilizadas pelo IBGE. Em seguida, realizamos o mapeamento das culturas permanentes de citros, dendê e pimenta-do-reino por meio de interpretação visual de imagens da *Maxar Technologies*, com resolução espacial de 30 cm. Os mosaicos de imagens utilizados neste estudo foram capturados entre os anos de 2015 e 2022 e estão disponíveis nas plataformas Google Satélite e *Bing Virtual Earth*. Todas as etapas foram executadas utilizando o *software* QGIS, versão 3.16.8.

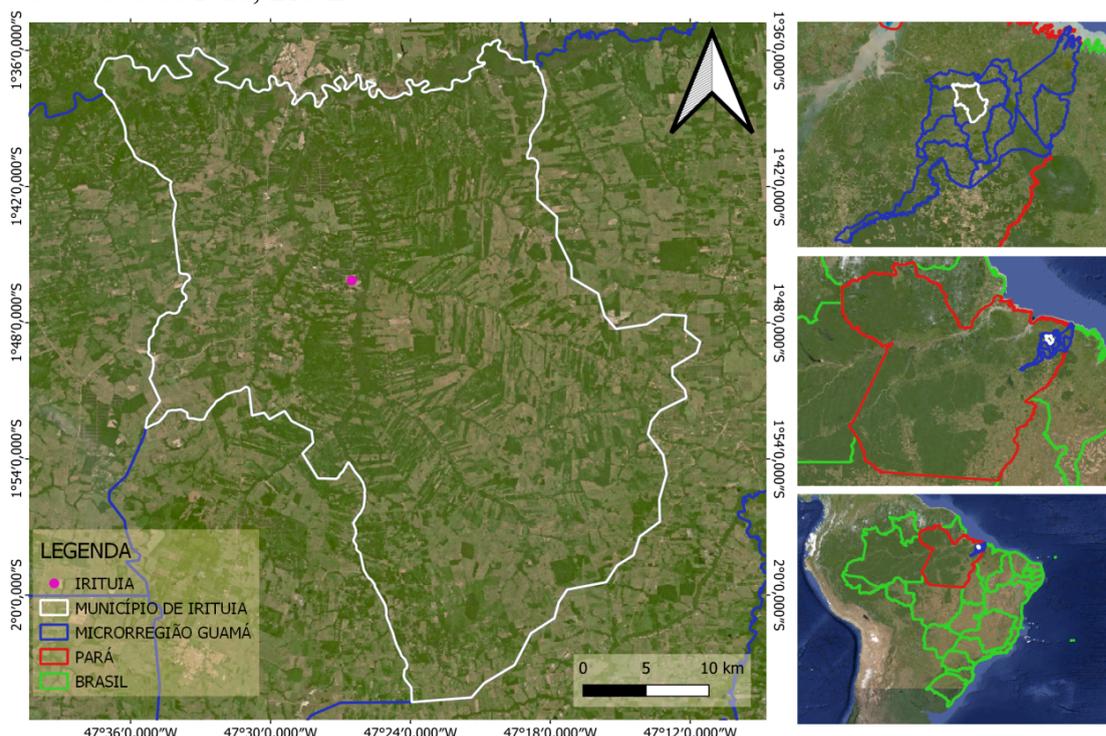
Para diferenciar as culturas de citros e pimenta-do-reino, que apresentam padrões visuais semelhantes (Figura 2), utilizamos como critério o

espaçamento entre plantas. As medições foram realizadas com a ferramenta “linha” do QGIS, permitindo estimar com precisão as distâncias entre os indivíduos cultivados. Na região, o espaçamento adotado para os plantios de citros é de aproximadamente 7,0 × 4,0 metros, enquanto as plantações de pimenta-do-reino apresentam distâncias menores, em torno de 4,0 × 4,0 metros.

3.2 PERFIL DAS PROPRIEDADES RURAIS

Utilizamos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para analisar o perfil das propriedades produtoras de culturas permanentes. Os dados do CAR para o município de Irituia foram obtidos no *site* do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR/PA, 2022). A classificação do tamanho das propriedades rurais foi realizada com base no número de módulos fiscais (MF), sendo que, no município de Irituia, cada MF corresponde a 55 hectares (EMBRAPA, 2022).

Figura 1. Mapa do município de Irituia, localizado na microrregião Guamá, na mesorregião Nordeste do estado do Pará, Brasil.

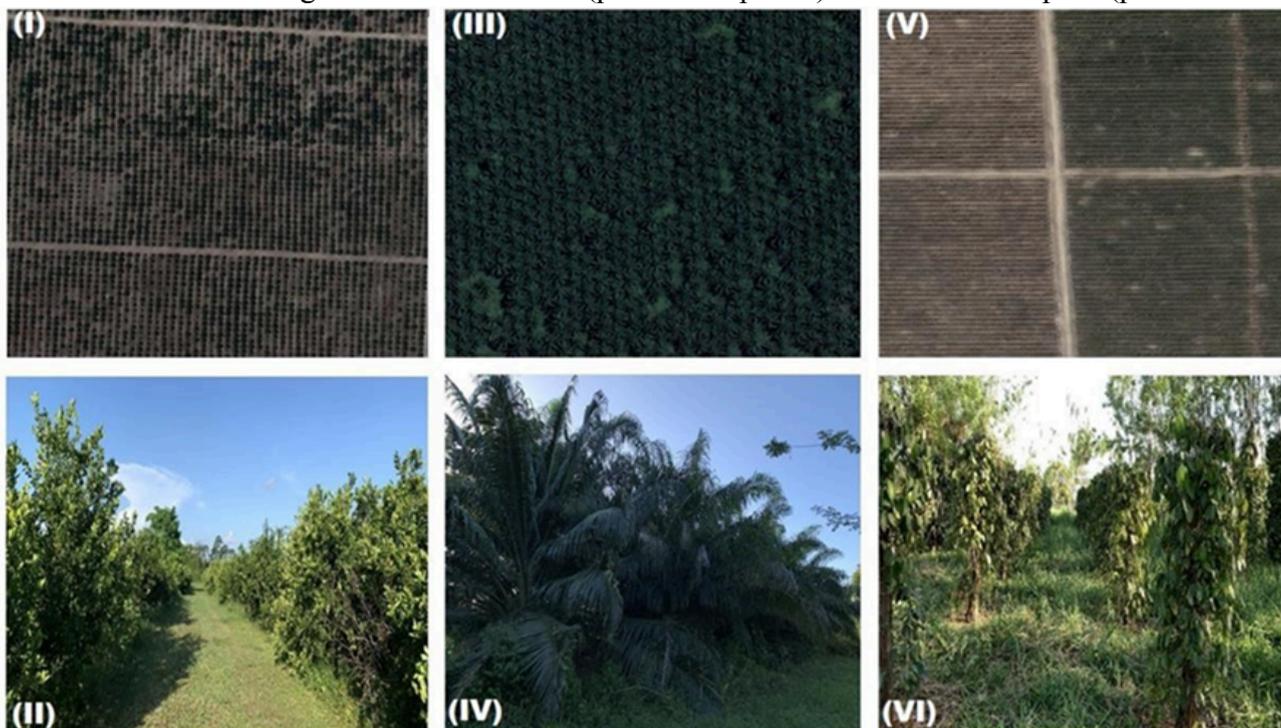


Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

Consideramos como pequenas propriedades aquelas com área inferior a 1 MF; como médias, aquelas com área maior ou igual a 1 MF e menor que 5 MFs; e como grandes propriedades, aquelas

com área igual ou superior a 5 MFs. As análises foram realizadas utilizando o *software* R 3.4.4 (R Core Team, 2023).

**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).



### 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 Irituia, 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, excluímos 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 (MapBiomass), que gera mapas anuais para todo o território nacional (SOUZA *et al.* 2020) referentes ao de 2008 e 2023.

## Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

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.

### 3.4 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 mapeamentos realizado em relação a Produção Agrícola Municipal (PAM) referente ao ano 2023 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), 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, dendê e pimenta-do-reino. Além disso, os resultados foram comparados com os dados do MapBiomias. 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 E DISCUSSÃO

Mapeamos uma área total de 3.125 hectares com as três culturas perenes no município de Irituia, o que corresponde a aproximadamente 2% da área total do município. Desse total, o cultivo de citros foi predominante, correspondendo a 1.533 ha da área mapeada (49%), dendê ocupa 1.472 ha (47%), e a pimenta-do-reino ocupa apenas 120 ha, o que corresponde a 4% da área mapeada (Figura 3).

Dos 3.125 hectares mapeados, 81% estão registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR), abrangendo 2.581 ha distribuídos entre 401 propriedades rurais (Figura 3). Dentre essas, 50 propriedades cultivam mais de uma das culturas analisadas, sendo 199 propriedades produtoras de citros, 188 de dendê e 69 de pimenta-do-reino (Tabela 1).

### 4.1 PERFIL DAS PROPRIEDADES RURAIS

Em relação às classes fundiárias, as pequenas propriedades são as mais numerosas entre os produtores das três culturas analisadas, totalizando 141 imóveis cultivando citros, 138 cultivando dendê e 40 cultivando pimenta-do-reino (Figura 4). Para os citros, além da predominância em número de imóveis, essas propriedades também concentram a maior área plantada: 526 hectares, o que representa 48% da área total destinada à cultura. No caso do dendê, as pequenas propriedades cultivam 382 hectares (25%), enquanto para a pimenta-do-reino totalizam 49 hectares (43%).

As médias propriedades apresentam a segunda maior área plantada de citros, com 377 hectares (35%) distribuídos em 52 propriedades. Para o dendê, são destinados 155 hectares (10%) em 41 propriedades. Já para a pimenta-do-reino, as médias propriedades se destacam com a maior área cultivada, são 64 hectares, correspondendo a 56% da área total da cultura, distribuída em 25 imóveis.

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

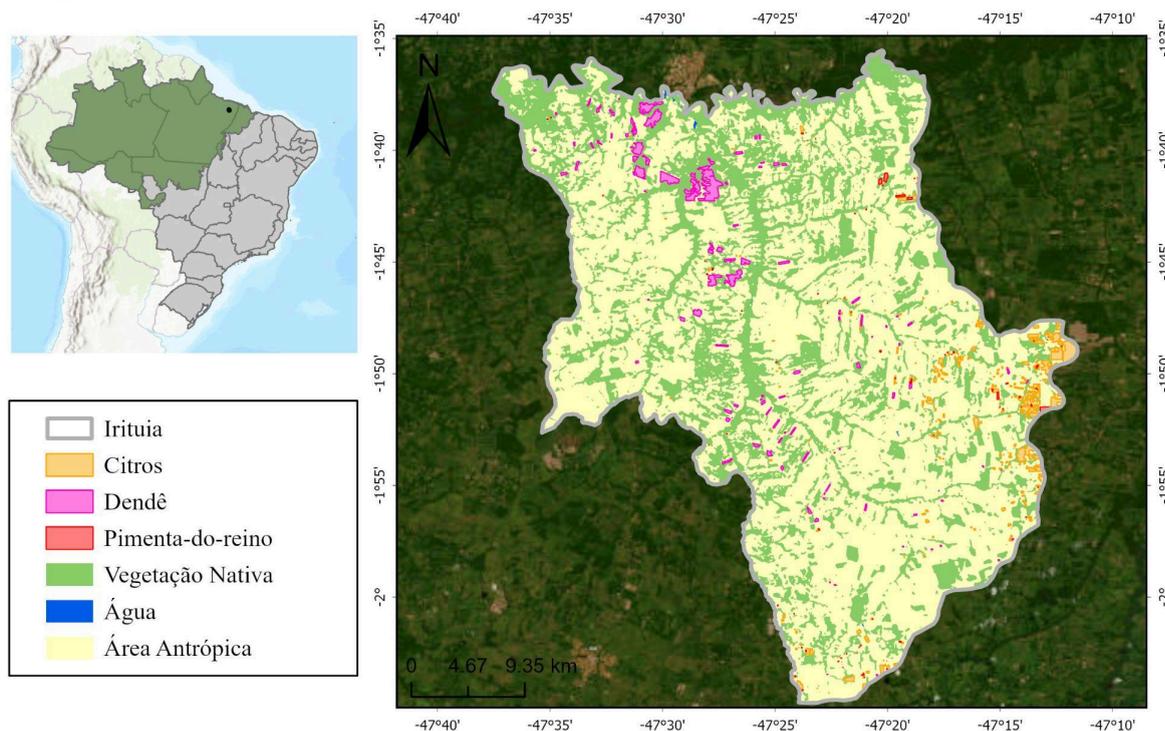
As grandes propriedades, por sua vez, são menos numerosas em todas as culturas analisadas. Apesar disso, concentram a maior parte da área plantada com dendê, são 994 hectares (65%) em apenas 9 propriedades. Para os citros, cultivam 186 hectares (17%) em 6 propriedades, representando a menor área entre as classes. Em relação à pimenta-do-reino, há apenas 1 hectare cultivado (1%) em 4 propriedades.

A maior participação de agricultores familiares no cultivo das culturas perenes analisadas neste estudo parece estar relacionada à alta demanda por mão de obra. Os pequenos produtores predominam no cultivo de citros e pimenta-do-reino, o que pode ser explicado pelas características dessas culturas e pelo perfil de trabalho das pequenas propriedades, que utilizam majoritariamente mão de obra familiar, com menor mecanização e menor dependência de insumos externos. Já a produção de dendê está mais concentrada em grandes propriedades, o que pode ser atribuído ao elevado investimento

inicial necessário e à maior demanda por assistência técnica, tornando seu cultivo menos viável economicamente para pequenos produtores.

No município de Irituia, 607 ha das culturas permanentes mapeadas encontram-se em propriedades não cadastradas no CAR (19%). A análise da distribuição das culturas em áreas não cadastradas revela que a maior parte corresponde ao cultivo de citros, com 521 hectares fora do CAR, o que representa 34% da área total cultivada com citros no município. Em seguida, destaca-se a pimenta-do-reino, com 27 hectares não cadastrados, equivalente a 22% do total da cultura. Já o dendê apresenta apenas 58 hectares fora do CAR, o que corresponde a 4% de sua área total cultivada. Esses resultados indicam que, embora o dendê esteja majoritariamente regularizado, os cultivos de citros e pimenta-do-reino apresentam maior vulnerabilidade fundiária e demandam maior atenção em estratégias de regularização ambiental e gestão territorial.

Figura 3. Área plantada de dendê, citros e pimenta-do-reino no município de Irituia - PA, na mesorregião Nordeste do estado do Pará, Brasil.

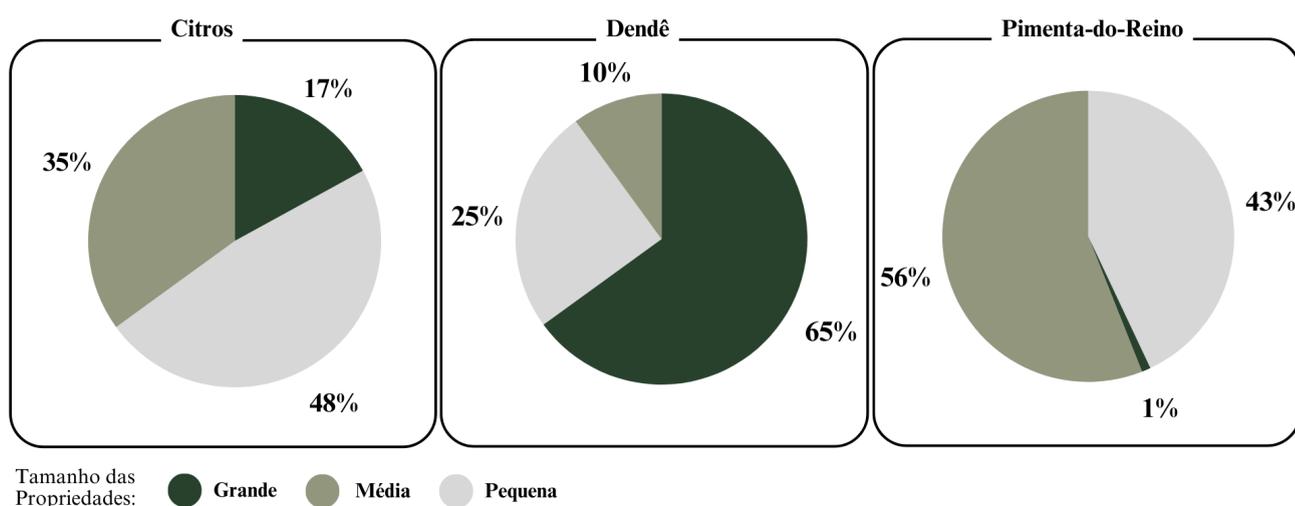


Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

**Tabela 1.** Área de agricultura permanente mapeadas no município de Irituia – 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	
	Nº de imóveis	Área (ha)	Nº de imóveis	Área (ha)	Nº de imóveis	Área (ha)
Pequena	138	382,0 (25%)	141	526,0 (48%)	40	49,5 (43%)
Média	41	155,0 (10%)	52	377,0 (35%)	25	64,5 (56%)
Grande	9	994,0 (65%)	6	186,0 (17%)	4	1,0 (1%)
Com CAR	188	1.414,0 (66%)	199	1.012 (66%)	69	93,0 (78%)
Sem CAR	-	58,0 (4%)	-	521,0 (34%)	-	27,0 (22%)
<b>Total</b>		1.472,0		1.533,0		120,0

**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 Irituia - Pará.



#### 4.2 ANÁLISE DOS PASSIVOS DE RL E APP

A análise do balanço de Reserva Legal (RL) das 401 propriedades cadastradas no CAR com produção de culturas permanentes em Irituia revelou um passivo total de 5.779 hectares. Desse total, 3.546 hectares (61%) podem ser compensados em outras áreas, enquanto 2.233 hectares exigem restauração no próprio local onde ocorreu o desmatamento. A totalidade da área passível de compensação pode ser regularizada dentro do próprio município, que possui uma oferta de 3.743 hectares de vegetação nativa apta para compensação, o que reduz a necessidade de buscar áreas em outros municípios.

A maior parte do passivo que requer restauração está associada a propriedades que cultivam dendê, com 1.322 hectares, seguidas por citros (812 ha) e pimenta-do-reino (454 ha), indicando que o cultivo de dendê tem sido historicamente mais relacionado ao desmatamento recente (Figura 5). Já o passivo a ser compensado encontra-se predominantemente em imóveis produtores de citros (2.148 ha), seguido por dendê (1.526 ha) e pimenta-do-reino (659 ha). Por outro lado, as propriedades com cultivo de dendê também concentram a maior área disponível para compensação (2.382 ha), seguidas pelas de citros (1.220 ha) e pimenta-do-reino (512 ha).

Embora a demanda por compensação supere a necessidade de restauração direta, é essencial priorizar a recuperação de áreas ambientalmente estratégicas, como fragmentos florestais degradados e Áreas de Preservação Permanente, que são fundamentais para a conservação da biodiversidade e a conectividade da paisagem. Estimular a restauração nessas áreas pode potencializar os benefícios ecológicos, contribuindo para a regulação do clima, a preservação dos recursos hídricos e o aumento da resiliência dos sistemas produtivos no longo prazo.

A FBDS estima um total de 12.894 hectares de APPs no município de Irituia, o que corresponde a aproximadamente 9% do território municipal. Deste total, mais da metade (4.913 hectares, ou 63%) apresenta passivo ambiental, ou seja, áreas que deveriam estar preservadas mas encontram-se degradadas ou suprimidas (FBDS, 2022).

A presença de passivos ambientais em APPs representa um dos principais desafios para a regularização ambiental dos imóveis rurais, conforme previsto na LPVN (BRASIL, 2012). Nesse contexto, destaca-se que propriedades com cultivo de dendê concentram a maior ocorrência de passivos em APPs, com 482 hectares distribuídos em 141 imóveis. As propriedades que produzem citros apresentam 269 hectares com passivo, registrados em 107 imóveis, enquanto a pimenta-do-reino está associada a 206 hectares de passivo em 50 imóveis. Esses dados reforçam a necessidade de ações integradas que aliem o incentivo à regularização ambiental com estratégias de restauração ecológica em áreas prioritárias, especialmente naquelas que exercem papel fundamental na conservação de recursos hídricos e na conectividade da paisagem.

#### 4.3 CORRESPONDÊNCIA COM OS DADOS OFICIAIS DO IBGE E MAPBIOMAS

A comparação entre os dados da Produção Agrícola Municipal de 2023 do IBGE e o mapeamento realizado com imagens de alta resolução da *Maxar* revelou diferenças expressivas nas estimativas das áreas ocupadas por culturas permanentes no município de Irituia. A área mapeada para o dendê foi 44,9% maior do que a informada pelo IBGE (1.472 ha mapeados versus 1.016 ha declarados). Para os citros, a discrepância foi ainda mais significativa: a área mapeada (1.533 ha) foi 354,9% superior à estimada pelo IBGE (337 ha). Já no caso da pimenta-do-reino, a área mapeada foi 33,3% maior, totalizando 120 ha frente aos 90 ha registrados oficialmente (Tabela 2).

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

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

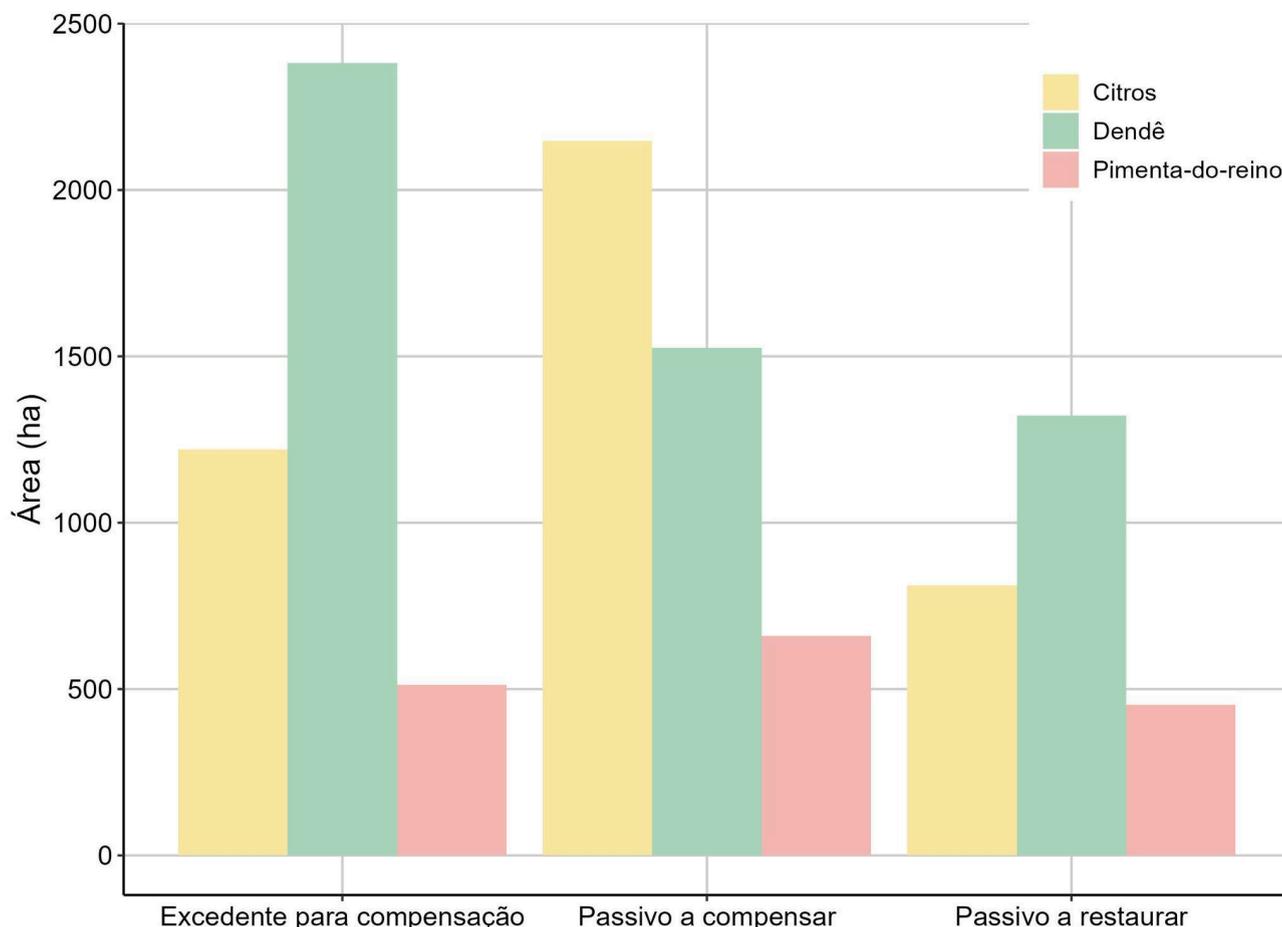


Tabela 2. Comparação da área plantada ou destinada a culturas permanentes no município de Irituia: dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2023) e Mapeamento com imagens de alta resolução da Maxar.

Cultura	IBGE 2023 (ha)	Maxar (ha)
Dendê	1.016	1.472
Citros	337	1.533
Pimenta	90	120

Os resultados obtidos reforçam a relevância do uso de imagens de alta resolução no mapeamento agrícola, sobretudo em regiões com desafios logísticos para a coleta de dados em

campo, como na Amazônia. O sensoriamento remoto se mostrou uma ferramenta eficaz para complementar as informações das bases institucionais, como as do IBGE, ao permitir a identificação espacial mais precisa das áreas ocupadas por culturas agrícolas, com base em padrões de plantio e características visuais distintas.

As discrepâncias observadas entre os dados do IBGE e os do mapeamento podem estar relacionadas às diferentes metodologias empregadas. O IBGE baseia suas estimativas em declarações de produtores, registros administrativos e levantamentos amostrais em campo, o que pode resultar em subestimação das áreas plantadas (IBGE, 2023). Já a análise por

Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil

sensoriamento remoto oferece uma abordagem sistemática e espacialmente contínua, reduzindo a subjetividade na identificação das áreas cultivadas. Esses resultados demonstram a importância de integrar dados provenientes de sensoriamento remoto às estatísticas oficiais, visando uma caracterização mais precisa e atualizada da dinâmica agrícola local.

A comparação entre o mapeamento das culturas permanentes por meio de imagens de alta resolução e as classes de uso e cobertura da terra do MapBiomas revela uma predominância da classificação dessas áreas como pastagem, independentemente da cultura analisada (Tabela 3). No caso dos citros, 96% da área mapeada foi classificada como pastagem pelo MapBiomas; para o dendê, esse valor foi de 95%; e para a pimenta-do-reino, 94% da área apresentou a mesma classificação. Esses resultados indicam uma limitação na capacidade do MapBiomas em diferenciar culturas permanentes de áreas de pastagem.

**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 Irituia, Pará.

	Dendê	Citros	Pimenta
<b>Floresta</b>	65,8 (4,5%)	19,7 (1,0%)	4,8 (4,0%)
<b>Pastagem</b>	1402,0 (95,2%)	1466,0 (96,0%)	112,6 (94,0%)
<b>Solo Exposto</b>	4,3 (0,3%)	47,2 (3,0%)	2,8 (2,0%)

A pimenta-do-reino apresentou uma maior dispersão entre as classes, refletindo a heterogeneidade de seu cultivo, que frequentemente ocorre em pequenas áreas intercaladas a outras atividades agrícolas. Essa fragmentação dificulta sua detecção por classificações automatizadas, que não consideram variações de textura ou padrão espacial.

Esses resultados reforçam a necessidade de combinar diferentes abordagens metodológicas, especialmente a integração de dados de alta resolução espacial, para aprimorar a precisão do mapeamento agrícola. As classificações detalhadas apresentadas neste estudo podem, inclusive, servir de base para a calibração de novos modelos de classificação de uso e cobertura da terra, contribuindo para avanços em sistemas automatizados de monitoramento (Reghini & Cavichioli, 2020). Além disso, o mapeamento das áreas cultivadas com o uso de imagens de alta resolução permite o acesso mais ágil e preciso às informações, o que facilita a gestão territorial e ambiental, subsidiando políticas públicas voltadas à regularização fundiária, ao ordenamento produtivo e à conservação dos recursos naturais.

**5. CONCLUSÃO**

O mapeamento de culturas permanentes com imagens de alta resolução permitiu não apenas uma estimativa mais precisa das áreas cultivadas, como também evidenciou discrepâncias relevantes em relação aos dados oficiais do IBGE e MapBiomas, indicando subnotificação e limitações nas abordagens tradicionais de monitoramento. A análise mostrou que, embora as pequenas propriedades sejam mais numerosas, a maior parte do dendê está concentrada em grandes imóveis, enquanto os citros e a pimenta-do-reino apresentam distribuição mais equilibrada.

Também foi possível verificar que parte significativa das culturas está em imóveis não

**Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil**

cadastrados no CAR, o que reforça a necessidade de políticas de regularização fundiária. Além disso, os passivos ambientais identificados em APPs e RLs indicam a urgência de ações de restauração e compensação, especialmente em áreas prioritárias para a conservação. O mapeamento detalhado das culturas e das condições ambientais das propriedades rurais de Irituia fornece uma base sólida para o planejamento territorial, a formulação de políticas públicas e o fortalecimento de estratégias voltadas à sustentabilidade da produção agrícola e à proteção dos ecossistemas amazônicos.

## 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, Nº 88887.987600/2024-00.

## 7. REFERENCIAS

BRASIL. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-normaatualizada-pl.pdf>

DUTRA, V. A. B., VANCINE, M. H., LIMA, A. M. M., TOLEDO, P. M. Dinâmica da paisagem e fragmentação de ecossistemas em três bacias hidrográficas na Amazônia Oriental entre 1985 e 2019. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 16, n. 2 (2023). DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.2.p936-949>

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: Irituia. 67, Belém, 2023. Disponível em <https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2025/02/Irituia.pdf>. Acesso em 28 de fevereiro de 2023.

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 Agropecuário, Florestal e Aquícola 2017. [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Irituia. Código: 1503507. 2021. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/irituia.html>.

IDESP-Instituto De Desenvolvimento Econômico, Social E Ambiental Do Pará, 2014. Disponível em: <http://www.idesp.pa.gov.br> .

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 13 Abril 2023, através do link: <http://mapbiomas.org/>.

SANTOS, L. B.; COELHO, A. S.; BARROS, M. N.R.; FENZL, N.; CANTO, O.; VIEIRA, I. C. G.; ADAMI, M.; GOMES. A. R. Usos da Terra e Conservação da Biodiversidade na Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 12, n. 3. 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.3.p929-943>

SANTOS, L. B.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; BARROS, M. N. R.; ARAÚJO, L.; GUIMARÃES, T. L.; CARNEIRO, F. da S. Proposta metodológica para mapeamento das

**Mapeamento de culturas permanentes e caracterização dos imóveis rurais no município de Irituia, Pará, Brasil**

áreas de não-floresta presentes no projeto de monitoramento de áreas desflorestadas da Amazônia Legal Brasileira . Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 4, p. e20411425794, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i4.25794.

SILVA, C. T. B.; LEMOS, W. P.; ISHIDA, A. K. N.; LAMEIRA, O. A.; OLIVEIRA, T. A. Plantas Medicinais Cultivadas pelos Agricultores da Cooperativa Agropecuária dos Produtores Familiares Irituienses - Irituia-PA. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 9, No. 4, Nov 2014.

SILVA, P. F. N.; MARTINS, C. M.; KATO, O. R.; MOREIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. S. R. Atividades produtivas e contexto socioeconômico da cooperativa D'Irituia. Revista de Gestão e Organizações Cooperativas – RGC. Santa Maria, RS, Vol. 7, Nº 14, Jul./Dez. 2020. DOI: 10.5902/2359043241007

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.

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

QUADROS, T. C. F. de .; BARBOSA, M. J. de S.; PINHEIRO, K. A. O.; SANTOS, L. B.; CARNEIRO, F. da S. .; RIOS , H. K. da S.; FRAZÃO, A. da S. Dos quintais florestais aos sistemas agroflorestais no município de Irituia-Pará-Brasil. Research, Society and Development, [S. l.], v. 12, n. 3, p. e16812337958, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i3.37958.

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