

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

MAPPING OF PERMANENT CROPS AND CHARACTERIZATION OF RURAL
PROPERTIES IN THE MUNICIPALITY OF AURORA DO PARÁ, BRAZIL

Francimary da Silva Carneiro¹, Roner Rodrigues¹, Eduardo Queiróz
Marques¹, Fábio Barbosa Passos¹, Divino Vicente Silvério¹✉

Resumo

O monitoramento do uso do solo através de geotecnologia se constitui uma importante ferramenta para entender a dinâmica das áreas agrícolas. Apesar dos grandes avanços na automatização de mapeamentos de uso e cobertura da superfície, a qualidade desses mapeamentos automatizados ainda não são acurados suficiente para detecção de algumas culturas em determinadas regiões do Brasil. Neste trabalho foi utilizado imagens de alta resolução para mapear as culturas de citros, dendê e pimenta-do-reino no município de Aurora do Pará, região nordeste do estado do Pará. Adicionalmente, quantificamos o número de imóveis produtores dessas culturas com base no Cadastro Ambiental Rural (CAR), e considerando o módulo fiscal (MF) do município (55 ha), classificamos os imóveis como pequenas (≤ 1 MF), médias (>1 e ≤ 5 MF) e grandes (>5 MF) propriedades. Para o mapeamento utilizamos imagens do Maxar que são disponibilizadas pelo Google. Assim, delimitamos manualmente os polígonos de cada plantação por meio do software QGIS. Os resultados mostram uma área total de 2.105,85 ha das três culturas, sendo: 1984,63 ha desta área com dendê, 72,8 ha com pimenta-do-reino e 78,8 ha com citros. No total, identificamos 418 imóveis produtores cadastrados no CAR. Deste total, 264 são produtores de dendê, 85 de pimenta-do-reino e 69 de citros. Todavia, 65,39% das culturas permanentes do município (1377 ha) não está cadastrada no CAR. Dessas áreas não cadastradas, 69% possuem plantio de dendê, 20% estão com citros e 5% com pimenta-do-reino. Acreditamos que as informações geradas neste estudo podem contribuir para capacitação da sociedade civil, órgãos públicos e privados em relação a tomadas de decisão em uma gestão agrícola com responsabilidade e sustentabilidade.

Termos indexadores

Sensoriamento Remoto; Dendê; Citros; Pimenta-do-Reino, Cadastro Ambiental Rural.

Abstract

The monitoring of land use through geotechnology constitutes an important tool for understanding the dynamics of agricultural areas. Despite the great advances in the automation of surface use and coverage mappings, the quality of these automated mappings is still not accurate enough to detect some crops in certain regions of Brazil. In this work, high-resolution images were used to map citrus, oil palm, and black pepper crops in the municipality of Aurora do Pará, northeastern Pará state. Additionally, we quantified the number of properties producing these crops based on the Rural Environmental Registry (CAR), and considering the fiscal module (MF) of the municipality (55 ha), we classified the properties as small (≤ 1 MF), medium (>1 and ≤ 5 MF) and large (>5 MF) properties. For mapping, we used Maxar images that are made available by Google. We manually delineated the polygons of each plantation through QGIS software. The results show a total area of 2,105.85 ha for the three crops, being: 1984.63 ha of this area with oil palm, 72.8 ha with black pepper and 78.8 ha with citrus. In total, we identified 418 registered producers in CAR. Of this total, 264 are oil palm producers, 85 are black pepper producers and 69 are citrus producers. However, 65.39% of permanent crops in the municipality (1377 ha) are not registered in CAR. Of these unregistered areas, 69% have oil palm planting, 20% have citrus and 5% have black pepper. We believe that the information generated in this study can contribute to the training of civil society, public and private organizations regarding decision-making in agricultural management with responsibility and sustainability.

Index terms

Remote Sensing; Oil Palm; Citrus; Black Pepper; Rural Environmental Registry.

1. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA - CCP

✉ divino.silverio@ufra.edu.br

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

● Introdução

O estado do Pará tem uma longa história na agricultura, datando desde antes do descobrimento do Brasil. Em Aurora do Pará, um município com três décadas de existência, a agricultura desempenha um papel crucial na economia local, abrangendo o cultivo de grãos e lavouras temporárias e permanentes. O crescimento da agricultura nesse município é influenciado por uma série de fatores que abrangem aspectos econômicos, sociais e ambientais, incluindo um clima favorável, recursos hídricos, infraestrutura adequada como estradas e portos, além de acesso a mercados globais e uma crescente demanda pelos produtos.

Esta região é composta por imóveis rurais, conforme registrado no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), uma ferramenta obrigatória do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para auxiliar na regularização ambiental de propriedades rurais. O SICAR exige que todos os proprietários rurais cadastrem suas propriedades, fornecendo informações sobre localização, tamanho, uso da terra, áreas de preservação permanente e reserva legal (PARÁ, 2023). Essas informações são cruciais para o monitoramento e promoção do uso racional e sustentável da região. Cada região possui características únicas, desafios e oportunidades, o que torna essas informações valiosas para entender o perfil dos agricultores locais.

Em paralelo, o uso da geotecnologia no monitoramento da vegetação proporciona um conhecimento abrangente e estratégico, visando uma melhor qualidade de vida através

do uso sustentável do solo e sua vegetação associada (SOUZA et al., 2011; JAHNZ & STOYCHEVA, 2023). Práticas agrícolas sustentáveis, que preservam o solo, a água e a biodiversidade, estão ganhando crescente valor e têm o potencial de impulsionar o crescimento de longo prazo no setor agrícola (MARTINEZ-CASTILLO, 2016). No entanto, os mapeamentos de uso e cobertura do solo ainda são frequentemente realizados de maneira automática, sem validação visual, resultando em deficiências na precisão do mapeamento das culturas em pequena escala.

Atualmente, o cultivo de citros (do gênero *Citrus* L.), pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) e dendê (palmeiras do gênero *Elaeis* Jacq.) estão em destaque no mapeamento de culturas permanentes, devido à facilidade de identificação por meio de imagens de satélite de alta resolução (SILVÉRIO et al., 2022; PASSOS et al., 2023). Neste contexto, o objetivo deste relatório é fornecer uma estimativa da área de cultivo e sua distribuição, levando em consideração a situação fundiária, para dendê, Citros e pimenta-do-reino produzidas no município de Aurora do Pará, localizado na microrregião de Guamá, no nordeste do estado do Pará, na região Norte do Brasil. Através do mapeamento visual, utilizando imagens de satélite de alta resolução, comparando os dados com informações oficiais do Censo Agro do IBGE e dados de uso da terra do MapBiomás. Acreditamos que o acesso a essas informações capacita a sociedade civil, órgãos públicos e privados a compartilhar opiniões e implementar uma gestão agrícola de qualidade, promovendo o uso responsável e sustentável do solo.

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

● Objetivos

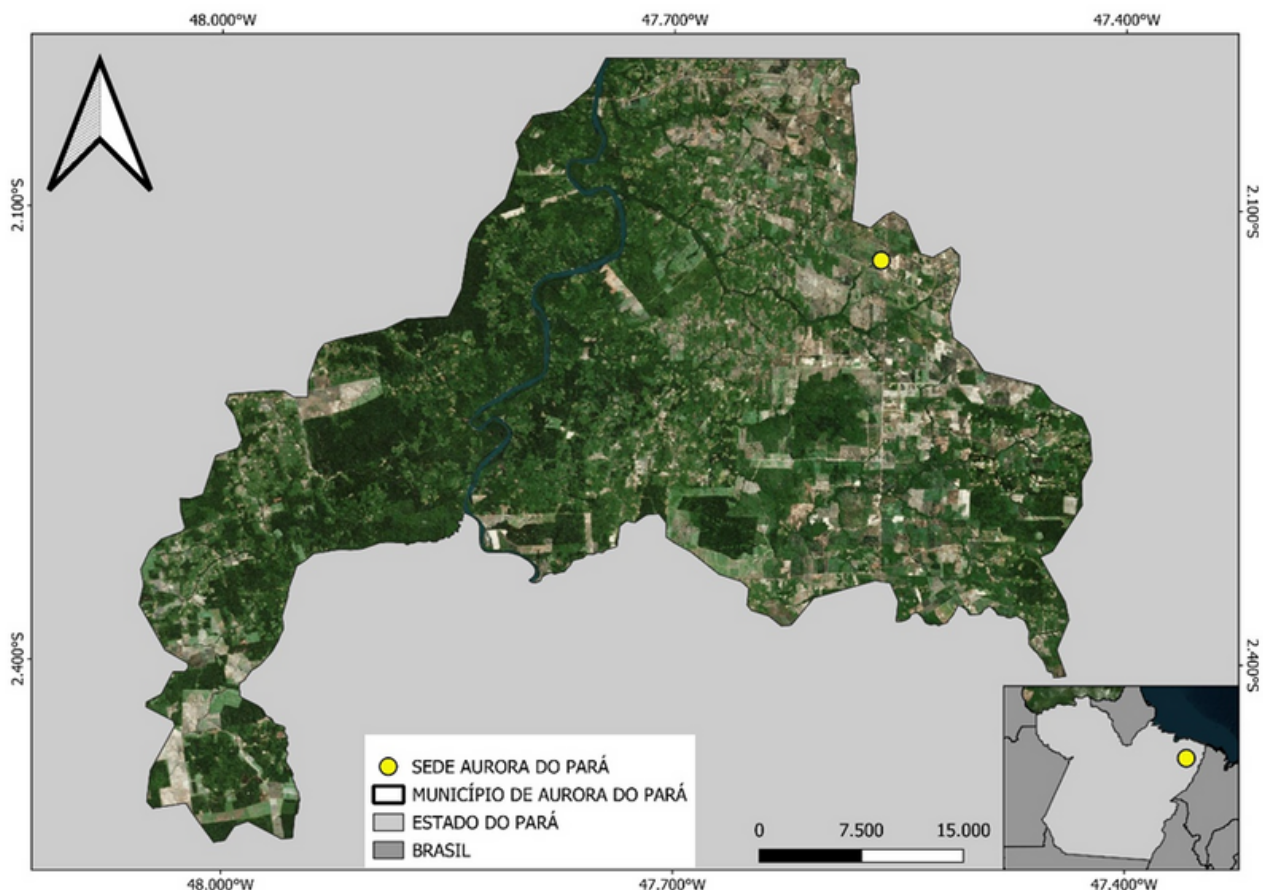
- 1 - Mapear as culturas permanentes de citros, dendê e pimenta-do-reino, utilizando imagens de alta resolução para o município de Aurora do Pará-PA.
- 2 - Caracterizar as propriedades produtoras, através dos dados do SICAR, no município de Aurora do Pará-PA.
- 3 - Contrapor os resultados do mapeamento com imagens de alta resolução com os resultados oficiais do censo agropecuário do IBGE e do mapeamento de cobertura do solo do MapBiomas.

● Metodologia

● Área do estudo

Este estudo foi realizado no município de Aurora do Pará, Brasil (Figura 1), localizada na mesorregião do Nordeste Paraense, e microrregião do Guamá ($2^{\circ} 8' 2,18''S$, $47^{\circ} 33' 47,59''W$), com altitude 50 m. O município possui uma área de 1.811,840 km², com população de 23.632 habitantes (IBGE, 2023). O solo dominante no município é o Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2011). A média de precipitação é de 4123mm, os meses mais

Figura 1. Mapa do município de Aurora do Pará, localizado no nordeste do estado do Pará.



MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

chuvosos vai de janeiro a maio e os menos chuvosos de junho a dezembro (Prefeitura de Aurora do Pará, 2023). A vegetação do município de Aurora do Pará é formada originalmente por Floresta ombrófila densa. Atualmente a agricultura e a pecuária se destacam na paisagem local.

● Procedimentos de mapeamento

Nosso processo de mapeamento das culturas permanentes consiste em dois principais passos: 1) Delimitamos o limite do município de Aurora do Pará, através do arquivo vetorial (formato shapefile) disponível no site do IBGE (IBGE, 2023). 2) Em seguida, mapeamos as culturas permanentes de citros, dendê e pimenta-do-reino, por interpretação visual de imagens da Maxar (Maxar Technologies, 2023) com resolução de ~30 cm. As imagens utilizadas são mosaicos de imagens coletadas durante o período entre agosto de 2017 a setembro de 2022 e disponibilizadas no Google satélite e no Bing Virtual Earth. Estas etapas foram realizadas no software QGIS.

● Interpretação dos padrões das culturas permanentes

A diferenciação dos cultivos de citros, dendê e pimenta-do-reino está associada aos padrões visuais de formato da copa da planta e o espaçamento entre os indivíduos na mesma área de cultivo.

O cultivo de dendê pode ser facilmente detectado de forma visual pelo formato de

estrela da copa da palmeira (DALAGNOL et al., 2022) (Figura 2). Para o cultivo de citros e pimenta-do-reino, utilizamos o espaçamento entre as plantas para diferenciar os plantios, uma vez que o padrão visual destas culturas é similar (Figura 2). O padrão de espaçamento para o cultivo de citros utilizado na região é de aproximadamente 7 x 4 metros. Enquanto, as plantações de pimenta-do-reino possuem um padrão de distância de 4 x 4 metros. Medimos esse espaçamento utilizando a ferramenta “linha” do Software QGIS.

● Dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR)

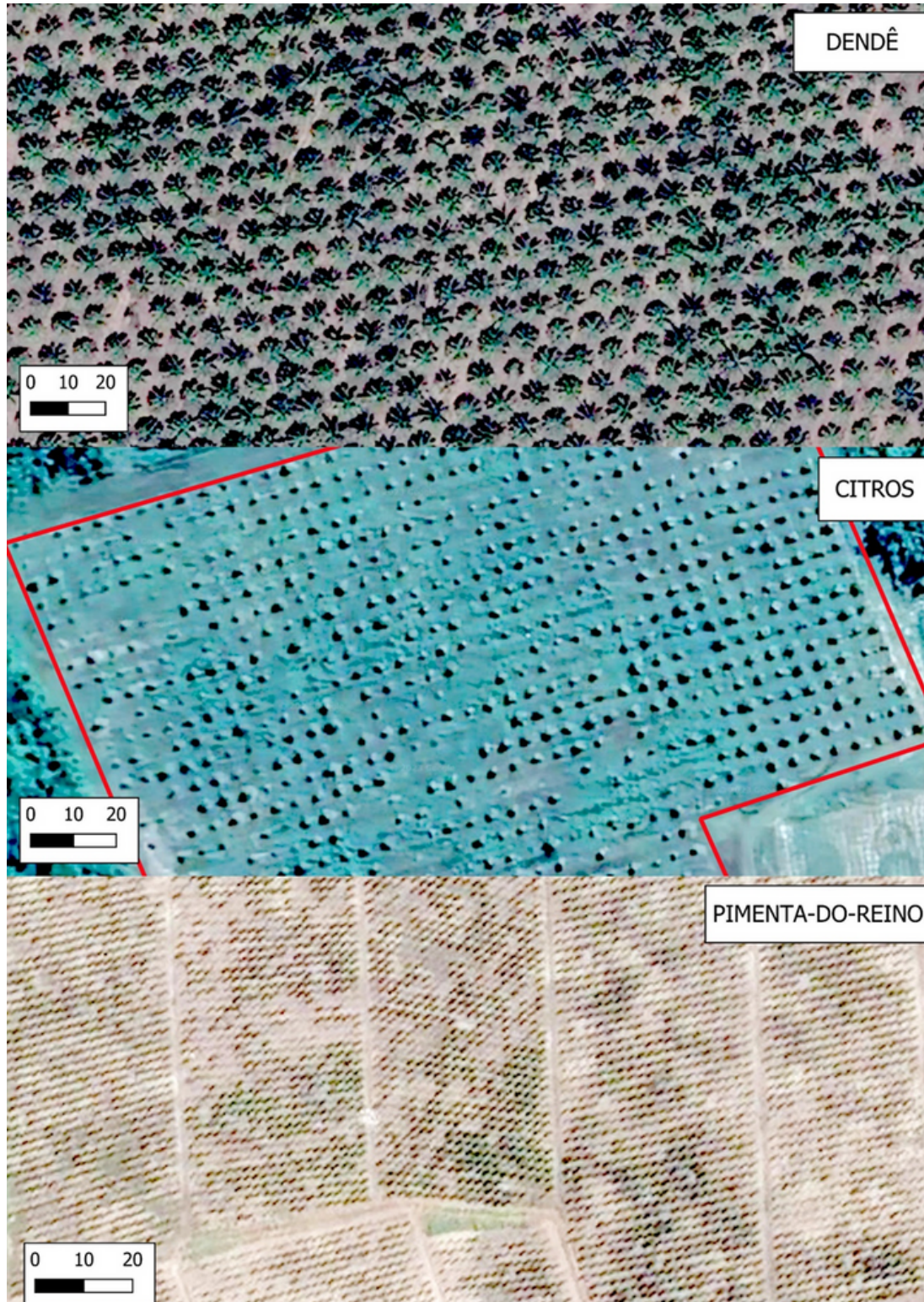
Para analisar o perfil das propriedades produtoras, utilizamos os dados do CAR, obtidos no site Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR, 2022) para o município de Aurora do Pará.

O tamanho dos imóveis rurais foi classificado de acordo com o número de módulos fiscais (MF). No município de Aurora do Pará, um MF equivale a 55 ha (Embrapa 2022). Consideramos as propriedades em três categorias de tamanho: pequenas (propriedades com área <1 MF); médias (propriedades com a área ≥ 1 e <5 MF); e grandes propriedades (≥ 5 MF).

Comparamos os resultados de nosso mapeamento com os dados disponíveis do Censo Agropecuário do IBGE 2017, que quantifica a produção das atividades agropecuárias brasileiras, e apresenta a

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

Figura 2. Exemplo de uma imagem do Maxar (2021) disponível no Google Earth, evidenciando: Dendê, Citros e Pimenta-do-Reino .



MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

área plantada por municípios das culturas de citros, dendê e pimenta-do-reino (CENSO AGRO, 2017). Também comparamos nossos resultados com o mapeamento realizado pelo projeto MapBiomas, que produz mapas anuais de uso e cobertura da terra para todo o Brasil, e apresenta as classes de agricultura permanente e citros como uma das subcategorias.

● Resultados

Mapeamos uma área de 2.105,85 hectares em Aurora do Pará, das três culturas perenes: 1985 hectares de dendê, 73 hectares de pimenta-do-reino e 48 hectares de citros. Deste total, 729 hectares estão divididos entre 427 propriedades rurais, sendo que 621 hectares de dendê estão distribuídos em 264 propriedades, 39 hectares de citros

estão espalhados por 69 propriedades e 69 hectares de pimenta-do-reino estão presentes em 85 propriedades (Tabela 1 e Figura 3). Também notamos que uma área de 1.377 hectares (65% do total mapeado) das culturas não possui registro no Cadastro Ambiental Rural (CAR), composta por 69% de dendê, 20% de citros e 5% de pimenta-do-reino.

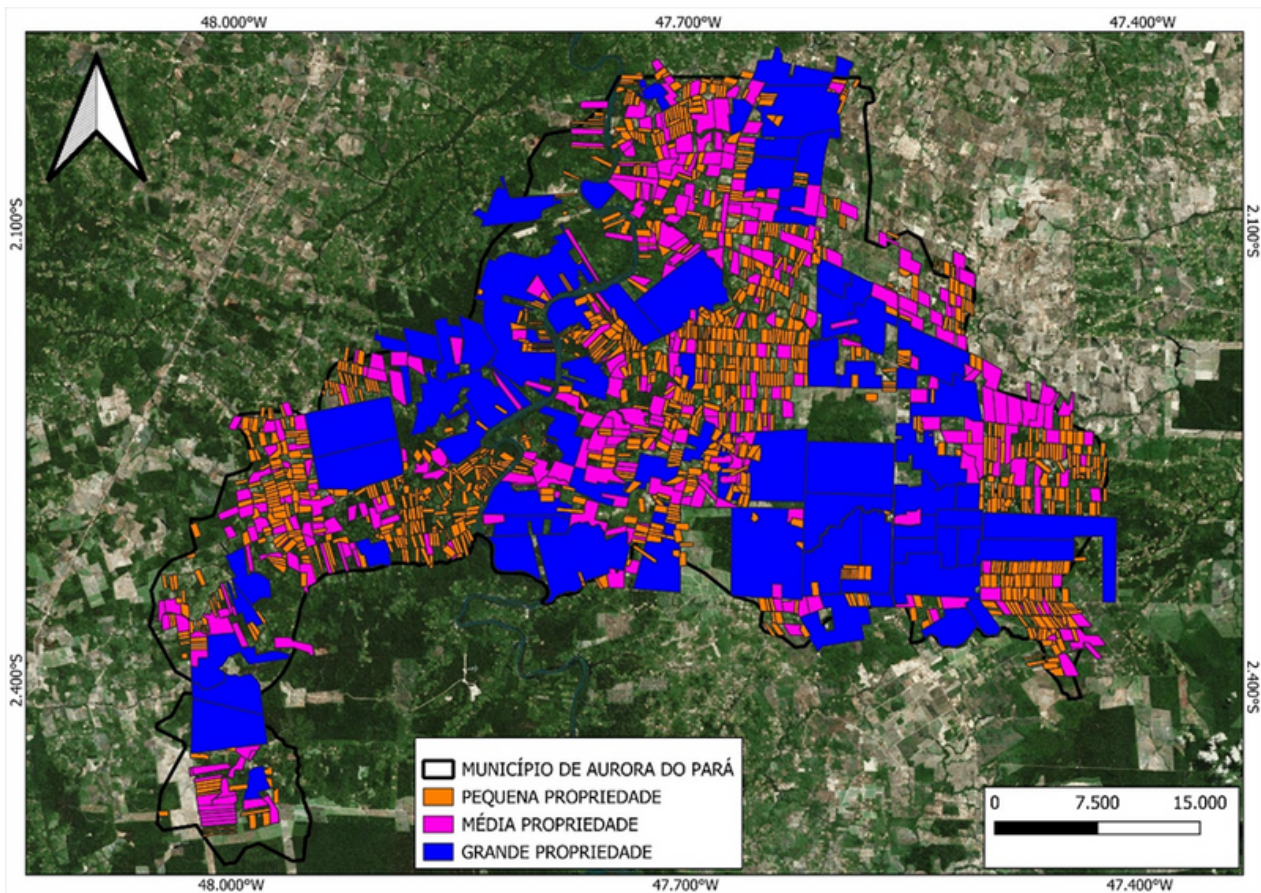
Em relação ao tamanho da área para a produção das culturas, observamos que: Para o cultivo de Pimenta-do-reino, o maior percentual de área plantada aconteceu nas médias propriedades (49%), seguida das pequenas (40%) e grandes (5%). Para o cultivo de citros, o maior percentual de área plantada aconteceu nas pequenas propriedades (38%), seguida das grandes (23%) e médias (19%). Para o cultivo de dendê o maior percentual de área plantada

Tabela.1 - Número de propriedades e áreas de culturas permanentes (citros, dendê e pimenta-do-reino) mapeada no município de Aurora do Pará conforme o número e o tamanho das propriedades rurais em 2023, utilizando imagens Maxar disponibilizadas no GoogleEarth.

CULTURAS CLASSE	CITROS			DENDÊ			PIMENTA-DO-REINO		
	Nº imóvel	Área ha	Área %	Nº imóvel	Área ha	Área %	Nº imóvel	Área ha	Área %
Grande Propriedade	5	11,02	23	37	155,41	8	3	2,13	3
Média Propriedade	13	6,44	13	55	178,15	9	26	43,32	60
Pequena Propriedade	41	17,29	36	142	245,10	12	52	19,65	27
Imóveis com CAR	59	34,75	72	234	578,65	29	81	65,10	89
Área sem CAR		13,68	28		1405,98	71		7,71	11
Total Mapeado		48,43	100		1984,63	100		72,80	100

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

Figura 3. Distribuição dos imóveis rurais no município de Aurora do Pará, Brasil.



aconteceu nas pequenas propriedades (13%), seguida das médias (10%) e grandes (8%).

Nosso monitoramento para o município de Aurora do Pará, por meio de imagens satélites de alta resolução, aponta uma área plantada superior aos dados do IBGE e do MapBiomias.

Ao compararmos nossos resultados com os dados do último censo agropecuário do IBGE, realizado em 2017 (IBGE, 2021), notamos discrepâncias. Em relação ao plantio de dendê, nossa pesquisa revelou uma área 98% maior do que a reportada pelo IBGE.

Da mesma forma, no caso dos citros, identificamos uma área 92% maior. Por outro lado, a área destinada ao cultivo de pimenta-do-reino em nossa pesquisa foi 73% menor do que a informação fornecida pelo Censo Agropecuário de 2017 (Tabela 2).

Ao compararmos o nosso mapeamento com os dados do MapBiomias (Mapbiomas, 2023), notamos que uma parcela significativa das áreas mapeadas apresenta discrepâncias. Constatamos que 73% da área de dendê, 96% dos citros e 99% da pimenta-do-reino que mapeamos foram categorizadas como pasto no MapBiomias (Tabela 3).

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO PARÁ, BRASIL

Tabela 2. Comparação entre o tamanho das áreas do Censo agropecuário 2017 (IBGE) e do tamanho da área mapeada neste estudo.

Cultura	Censo Agropecuário 2017	Carneiro <i>et al.</i> (2023)
Dendê	33 ha	1985 ha
Citros	4 ha	48 ha
Pimenta-do-reino	271 ha	73 ha

Tabela 3. Quadro mostrando o percentual das áreas mapeadas equivalentes a pasto, floresta e culturas perenes no MapBiomas.

CULTURA	CITROS		DENDÊ		PIMENTA-DO-REINO		TOTAL	
	Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
3. Formação Florestal	10,7	22,0	29,9	1,5	1,0	1,3	41,6	2,0
9. Floresta Plantada			194,3	9,8			194,3	9,2
11. Campo alagado			0,4	0,0			0,4	0,0
12. Formação Campestre			2,8	0,1			2,8	0,1
15. Pasto	37,8	78,0	780,2	39,3	70,1	96,3	888,1	42,2
24. Área Urbana			0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
33. Rio			0,1	0,0			0,1	0,0
41. Lavouras temporárias			1,8	0,1	1,6	2,3	3,4	0,2
48. Lavouras Perenes			975,1	49,1	0,0	0,0	974,3	46,3
Total Mapeado	48,4	100,0	1984,6	100,0	72,8	100,0	2105,8	100,0

● Conclusão

Nosso mapeamento das lavouras de citros, dendê e pimenta-do-reino em Aurora do Pará, mostrou que as imagens de satélite usadas permitiram identificar as áreas de cultivo das diferentes culturas e o mesmo método pode ser usado para o mapeamento de outras culturas permanentes. Observamos que o dendê é a cultura permanente predominante, com a maior produção seguida por Pimenta-do-reino e citros. Seguindo a mesma proporção para o número de imóveis rurais em cada cultivo. Mais da metade das áreas com os três tipos de plantio encontram-se sem cadastro no CAR.

Propriedades com área inferior a um módulo fiscal se destacam como os principais produtores das três culturas. Nosso mapeamento mostrou que há uma dinâmica com crescimento e decréscimo em áreas plantadas quando comparadas com o CENSO agropecuário e que 46% da área mapeada neste trabalho encontra-se como lavouras perenes na classificação de solos do MapBiomas. Nossos resultados podem contribuir para o aprimoramento do planejamento estratégico no setor produtivo, bem como para o desenvolvimento de políticas públicas e a implementação de medidas de monitoramento e regulamentação ambiental nas áreas de cultivo.

MAPEAMENTO DE CULTURAS PERMANENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS RURAIS NO MUNICÍPIO DE AURORA DO 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 Nº88887.691425/2022-00. E a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa - FAPESPA, processo nº 2022/1437893-FAPESPA/CNPq do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional - PDCTR.

Referências

- ALDALAGNOL, R., WAGNER, F.H., EMILIO, T., STREHER, A.S., GALVÃO, L.S., OMETTO, J.P.H.B. and ARAGÃO, L.E.O.C. (2022), Canopy palm cover across the Brazilian Amazon forests mapped with airborne LiDAR data and deep learning. *Remote Sens Ecol Conserv*, 8: 601-614. <https://doi.org/10.1002/rse2.264>
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Módulos Fiscais - Portal Embrapa. Disponível em <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reservalegal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: 25/10/2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola 2017. <https://educa.ibge.gov.br/professores/educa-atividades/17666-culturas-temporarias-e-culturas-permanentes.html#:~:text=Cultura%20permanente%3A%20S%C3%A3o%20culturas%20de,uva%2C%20manga%2C%20laranja%20etc.>
- BGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agro 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html>. Acesso em: 19/05/2023.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2023, v4. 6.46. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/aurora-do-para/panorama>.
- JAHNZ, A & STOYCHEVA, D. Questions and Answers on a Directive on Soil Monitoring and Resilience. European Commission - Questions and answers. Brussels, 5 July 2023. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/%20en/qanda_23_3637.1
- MARTINEZ-CASTILLO, R. Sustainable agricultural production systems. *Tecnología en Marcha, Cartago*, v. 29, supl. 1, p. 70-85, Feb. 2016. Available from <<http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0379-39822016000500070&lng=en&nrm=iso>>. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i5.2518>.
- PARÁ. SEMAS -Secretaria de Meio Ambiente E Sustentabilidade. Cadastro Ambiental Rural - CAR. http://car.semas.pa.gov.br/#/informacoes/sobreCar?efeito=true&tela=SOBRE_CAR_2023.
- PASSOS, F. B., RODRIGUES, R., CARNEIRO, F. S., SILVA, RAIMUNDO T. L., SILVÉRIO, D. V. Mapeamento de culturas permanentes e caracterização das propriedades rurais no município de Ourém - PA. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA Capitão Poço, 2022.
- PREFEITURA DE AURORA DO PARÁ, Parecer técnico da defesa civil. Documento eletrônico. 2023, 17p. <https://auroradopara.pa.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/DOCUMENTACAO.pdf>.
- SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bits/tream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>. Acesso em 20/04/2023.
- SICAR-Sistema de Cadastro Ambiental Rural. Disponível em: <<https://www.car.gov.br/#/>>. Acesso em: 25/10/2022.
- SILVÉRIO, D. V.; REBELATTO, B. F. ; OLIVEIRA, A. ; PASSOS, F. ; EMÍDIO, C. ; SILVA, A. C. S. ; SILVA, B. M. S. ; FARIAS, R. J. R. ; PRUDENTE, B. S. ; LENZA, E. ; ALMADA, H. Mapeamento da agricultura perene no município de Capitão Poço: relatório técnico 01/2022. Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA Capitão Poço, 2022. <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1703>.
- SOUZA, J.L.L.L., GOMES, T.S., DIAS, R.S., SANTOS, R.L. A utilização da Geotecnologia enquanto ferramenta de análise da suscetibilidade à erosão do solo no semi-árido baiano. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4303.