



Núcleo de Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará  
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá  
Belém, Pará, Brasil

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

**Orlando dos Santos Watrin**  
Embrapa Amazônia Oriental  
orlando.watrin@embrapa.br

**Luiz Guilherme Texeira Silva**  
Embrapa Amazônia Oriental  
luiz.silva@embrapa.br

**Tassio Koiti Igawa**  
Universidade Federal do Pará  
tassio.igawa@gmail.com

## PADRÕES ESPACIAIS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM CULTIVO DE CACAU EM TOMÉ-AÇU, NORDESTE PARAENSE

**RESUMO:** A crescente demanda por informações sobre a dinâmica de uso das terras e da atividade agrícola na Amazônia, exige um esforço para que novos estudos sejam realizados. Este trabalho teve por objetivo propor uma metodologia para o mapeamento de pequenos cultivos de cacau, bem como discutir as relações espaciais dos mesmos no contexto do município de Tomé-Açu, Estado do Pará. Para isso, foi construída uma base de dados na plataforma QGIS, destinada à manipulação e à análise de dados georreferenciados. O mapeamento dos cultivos de cacau considerou mosaico de imagens PlanetScope, bandas 1, 2 e 3, ano de 2017, com resolução espacial de 3 m. As imagens foram classificadas por análise visual preliminar, considerando padrões espaciais e espectrais. O produto obtido foi refinado posteriormente a partir de mapeamentos participativos com atores locais. Verificou-se que as áreas com cacau se concentram em propriedades de até 50 ha, valor este relativo ao módulo fiscal definido para a área de estudo. Foram registrados quase 4 mil hectares de cultivos de cacau no ano de 2017. Os plantios de cacau estão concentrados próximos à malha viária, em áreas agrícolas consolidadas, distantes das frentes pioneiras de expansão agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologias, Análise espacial, Cultura perene.

## SPATIAL PATTERNS OF COCOA-BASED AGROFORESTRY FIELDS IN TOMÉ-AÇU, NORTHEAST PARÁ

**ABSTRACT:** The growing demand for information on the dynamics of land use and agricultural activity in the

Recebido em: 2021-05-17  
Avaliado em: 2021-11-09  
Aceito em: 2021-11-22

Amazon requires that further studies are carried out. This work aimed to propose a methodology for mapping small-scale cocoa fields, as well as to discuss the spatial dynamics of these fields in the municipality of Tomé-Açu, state of Pará. A database was built on the QGIS platform, intended for manipulation and analysis of georeferenced data. The mapping of cocoa fields comprised a 2017, 3 m spatial resolution PlanetScope image mosaic, bands 1, 2 and 3. Images were classified by preliminary visual analysis of spatial and spectral patterns. The product was further refined through participatory mapping with local stakeholders. Cocoa fields predominated in landholdings smaller than 50 ha, which is the size of the fiscal module defined for the study area. Nearly 4,000 hectares of cocoa fields were registered in 2017. These fields are clustered near the road network, in consolidated agricultural areas, further from the agricultural expansion frontier.

**KEYWORDS:** Geotechnologies, Spatial analysis, Perennial crops.

## PATRONES ESPACIALES DE SISTEMAS AGROFORESTALES CON CULTIVO DE CACAO EN TOMÉ-AÇU, NORDESTE DE LA AMAZONÍA BRASILEÑA

**RESUMEN:** La creciente demanda de información sobre la dinámica del uso del suelo y la actividad agrícola en la Amazonía requiere un esfuerzo para la realización de nuevos estudios. Este trabajo tuvo como objetivo proponer una metodología para el mapeo de pequeños cultivos de cacao, así como discutir sus relaciones espaciales en el contexto del municipio de Tomé-Açu, Estado de Pará, Brasil. Para ello, se construyó una base de datos en la plataforma QGIS, destinada a la manipulación y análisis de datos georreferenciados. El mapeo de cultivos de cacao consideró mosaico de imágenes PlanetScope, bandas 1, 2 y 3, año 2017, con una resolución espacial de 3 m. Las imágenes se clasificaron mediante un análisis visual preliminar, considerando patrones espaciales y espectrales. El producto obtenido se refinó aún más a partir del mapeo participativo con actores locales. Se encontró que las áreas con cacao se concentran en propiedades de hasta 50 ha, lo cual está relacionado con el módulo fiscal definido para el área de estudio. En 2017 se registraron casi 4.000 hectáreas de cultivos de cacao. Las plantaciones de cacao se concentran cerca de la red vial, en áreas agrícolas consolidadas, lejos de los frentes pioneros de expansión agrícola.

**PALABRAS CLAVES:** Geotecnologías, Análisis espacial, Cultura perenne.

## INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma das culturas pré-colombianas mais documentadas historicamente, sendo seus múltiplos usos registrados pelos europeus ainda no início do século XVI. Entretanto, Zarrillo et al. (2018) afirmam que o processo de domesticação do cacau começou antes da teoria até agora aceita, até então atribuído a povos mesoamericanos.

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de cacau, com a produção inferior apenas a Costa do Marfim, Gana, Indonésia, Nigéria e Camarões (FAO, 2018). O estado do Pará é o maior produtor de cacau do Brasil com 53,64% da produção nacional, sendo o valor de produção de cerca de 1,7 bilhão de reais (IBGE, 2020). Dessa forma, é nítida a importância do cacau no sustento econômico de pequenas propriedades em vários países tropicais (LÄDERACH et al., 2013).

No contexto da análise espacial de áreas agrícolas, classificações temáticas em abordagens tradicionais normalmente não produzem tantas informações quanto se poderia obter

utilizando fotointérpretes experientes. Tais restrições devem-se ao fato que, em geral, os alvos terrestres são caracterizados por uma larga variabilidade espectral, padrões texturais locais e uma complexa matriz de ambientes que impede que sejam feitas análises e interpretações mais fidedignas dos alvos terrestres.

Na Amazônia, muitas vezes, o mapeamento de áreas agrícolas sofre limitações pelo reduzido tamanho médio da maioria das áreas cultivadas, bem como pelo uso de práticas agrícolas/manejo, como sombreamento e consórcio, que adicionam sinais espúrios à cultura de interesse na análise. Dessa forma, segundo Watrin, Gerhard e Maciel (2009), imagens de média resolução espacial/espectral comumente utilizadas, como as da série Landsat, apresentam sérias restrições para a detecção dessas pequenas áreas agrícolas na Amazônia.

Na detecção de culturas anuais na Amazônia, o período referente as imagens disponíveis a partir de sensores ópticos constitui um

agravante considerável. Watrin et al. (2020) salientam que, como as taxas mais baixas de cobertura de nuvens estão associadas ao segundo semestre do ano, as culturas anuais, segundo o calendário agrícola tradicional da região, não serão mapeadas, pois estarão em fase de restos culturais, ou mesmo, sendo convertida para o estágio inicial de sucessão secundária.

Por sua vez, as culturas perenes (ciclos de cultivo longo), sofrem grande influência da área onde estão circunscritas, podendo confundir-se espectralmente muitas vezes com o ambiente florestal de seu entorno durante a fase de desenvolvimento da cultura. No caso da cultura do cacau, principalmente, no estado do Pará, Mendes (2018) comentam que tal comportamento é potencializado, pelo fato do cultivo de cacau, geralmente, compor um Sistema Agroflorestal (SAF).

Dessa forma, a partir das demandas para obtenção de informações relativas ao papel da dinâmica da atividade agrícola na Amazônia, este trabalho tem por objetivo propor uma

abordagem metodológica para o mapeamento de pequenas áreas de cultivo de cacau, bem como discutir as relações espaciais desses cultivos no contexto da paisagem do município de Tomé-Açu, no nordeste do Estado do Pará. Tal mapeamento representa uma parcela de contribuição no sentido de atualizar, com maior precisão possível, os dados e informações estratégicas sobre o quantitativo e a localização espacial das áreas produtoras de cacau no Estado do Pará, em cumprimento às metas do Programa Estadual PROCACAU 2011-2019 e, portanto, em apoio às Políticas Públicas Setoriais desse Estado.

## MATERIAL E MÉTODOS

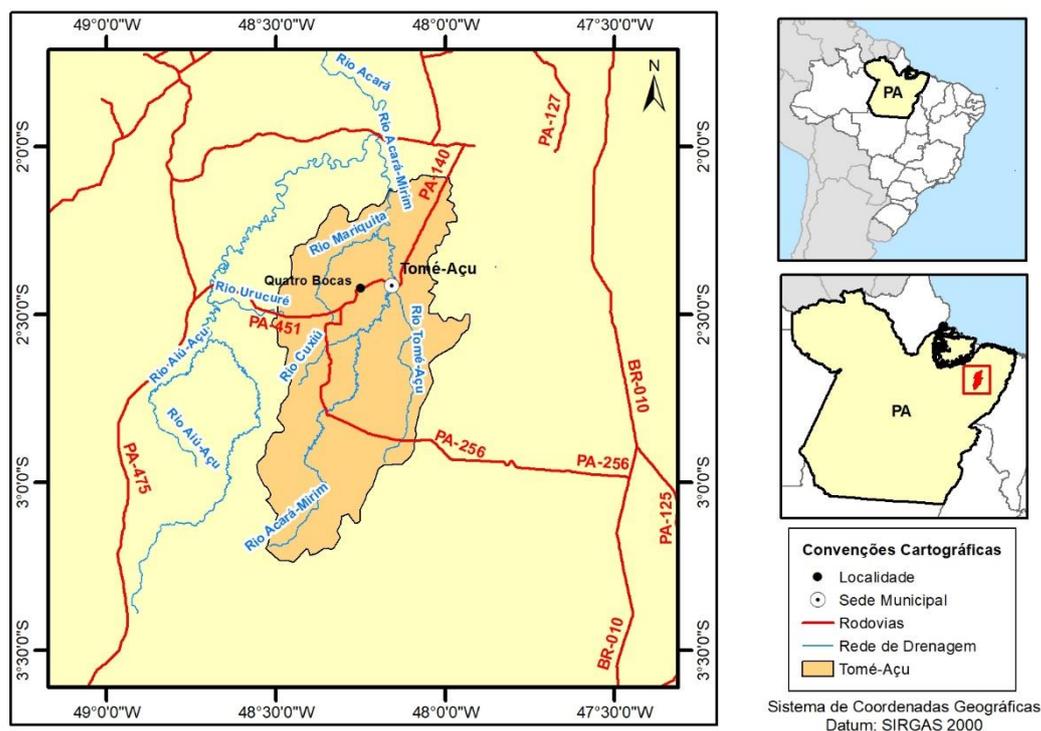
### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde ao município de Tomé-Açu, localizado no nordeste do estado do Pará (Figura 1), entre as coordenadas geográficas latitudes 02°04'46,67" S e 03°14'30,92" S e longitudes 47°55'18,52" W e 48°33'38,22" W. O município possui a área total de 5.149,36 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019), sendo a malha viária subordinada ao

eixo definido pela rodovia PA-256, que corta grande parte do município, no sentido leste-oeste, e por um trecho secundário da rodovia PA-451. A rede

de drenagem é representada pela bacia do rio Acará-Mirim e seus tributários, sendo o de maior expressão o rio Tomé-Açu.

Figura 1. Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw1, definido como tropical chuvoso com nítida estação seca variando de três a quatro meses com menos de 60 mm de chuva mensal. As temperaturas médias mensais variam de 27,5°C a 28,4°C, com média mensal anual de 27,9°C. A precipitação média anual oscila entre

2.144 mm a 2.581 mm, com período de chuvas abundantes de dezembro a maio, em oposição ao período seco de junho a novembro. A umidade relativa do ar varia de 82% a 88% (RODRIGUES et al., 2001).

Os solos dominantes na área de estudo são o Latossolo Amarelo distrófico típico e o Argissolo Amarelo

distrófico típico, em relevo plano ou suave ondulado. Constituem grupamentos de solos minerais profundos, bem drenados, pouco estruturados, com baixo nível de fertilidade química natural. Em menor representatividade, estão ainda presentes os solos Gleissolo Háptico Tb distrófico típico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Neossolo Flúvico Tb distrófico típico (RODRIGUES et al., 2001).

#### ASPECTOS FITOTÉCNICOS E ESPECTRAIS DA CULTURA DO CACAU

Os sistemas agroflorestais (SAFs) possuem várias formas de uso da terra, onde árvores e arbustos encontram-se associados a cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2001). Dentre os SAFs mais difundidos no mundo cita-se o cacau, lavoura de ciclo perene desenvolvida muitas vezes sob sombreamento em manejo sistematizado (LANDAU; SILVA; MOURA, 2020), simulando as condições ambientais naturais exigidas pela espécie.

O sombreamento desejado na cultura do cacau pode, também, ser realizado a partir da seleção de indivíduos arbóreos em áreas florestais, que irão compor o extrato superior do dossel. Desse modo, a estrutura vertical na fase de desenvolvimento pleno do cultivo torna-se complexa pela formação de vários estratos e pela altura do dossel. Tais características possibilitam a formação de sombreamento interno na cultura e sua percepção pelos sensores remotos, muito semelhante à definida por alvos típicos de tipologia florestal, podendo esse alvo agrícola ser tratado como "dossel complexo".

Um aspecto ainda a ser considerado para o município de Tomé-Açu está relacionado ao fato que, conforme dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2013), os cultivos de cacau estão associados a uma região no Estado do Pará onde o módulo fiscal da propriedade rural é de 50 ha, característica esta que impacta sensivelmente o uso das terras.

## MANIPULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS ESPACIAIS

A construção da base de dados espaciais deste mapeamento na plataforma QGIS se deu a partir da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2017, sendo utilizada a malha viária, a rede de drenagem, o limite do município e os núcleos populacionais. Além disso, foram agregados nessa base os limites dos imóveis rurais, a partir do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), regulamentado por meio do Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, vindo a integrar o CAR de todas as Unidades da Federação (BRASIL, 2012).

Em virtude das limitações para o mapeamento dos plantios sistematizados da cultura do cacau, buscou-se um produto orbital com resolução espacial e espectral mais finas que as tradicionais imagens para mapeamento do uso e cobertura da terra. Assim, optou-se pelo uso de produtos do satélite PlanetScope (SCCON, 2019), com resolução espacial de 3 m, disponibilizados pela Secretaria

de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS/PA), em mosaico de imagens em formato "geotiff", composição colorida RGB 3/2/1.

A escolha das imagens recaiu para o ano de 2017, sendo as mais recentes disponíveis durante a execução deste trabalho, além de apresentarem baixas taxas de cobertura de nuvens e sombras. As imagens Planet não foram submetidas a tratamentos de pré-processamento, tendo em vista que o método definido neste trabalho para delimitação dos polígonos das plantações de cacau ser baseado na interpretação visual de dados

As imagens selecionadas foram classificadas considerando uma fase de interpretação visual preliminar das feições associadas aos plantios de cacau, a partir de atributos espectrais (tonalidade e textura) e espaciais (talhões, arruamentos e geometria), com o apoio da grade fundiária definida no CAR municipal. Os polígonos associados as feições de interesse foram delimitadas a partir de ferramentas de edição vetorial da

plataforma QGIS, considerando para obtenção do produto temático preliminar apenas duas classes (cacau e demais classes).

De posse desse produto temático, foi conduzido um mapeamento participativo com produtores rurais e técnicos de instituições agropecuárias locais parceiras (Secretaria Municipal de Agricultura-SEMAGRI; Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu-CAMTA; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará-EMATER Pará e; Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira-CEPLAC).

O mapeamento participativo consistiu em reuniões de trabalho, com presença ativa de produtores e técnicos locais, no sentido destes atores sociais avaliarem e contribuírem para o refinamento do produto temático preliminar gerado em laboratório, considerando suas experiências e saberes (IFAD, 2009).

No mapeamento participativo realizado, foram ainda selecionadas propriedades com cultivos de cacau para visita em campo, considerando uma distribuição

aleatória. Durante as visitas nas áreas selecionadas, foram tomados pontos de localização com o auxílio de GPS de navegação, os quais foram posteriormente incorporados a base de dados, como verdade terrestre.

A etapa de integração dos dados de laboratório e de campo considerou além dos polígonos já mapeados a partir da interpretação visual das imagens, os dados obtidos nos diferentes levantamentos realizados em campo com os atores locais. Com a convergência desses dados, foi conduzida a reclassificação das imagens, ocasião em que foram submetidas a edições visando à geração da imagem temática final. A partir da obtenção desse produto, foi realizada a quantificação de área da classe de interesse focal neste trabalho (cacau) para o ano de 2017. Com base na distribuição espacial dos polígonos associados as ocorrências de cacau na área de estudo, foram realizadas análises espaciais para verificar os setores de maior concentração desta cultura, bem como avaliar a relação das ocorrências com o tamanho da

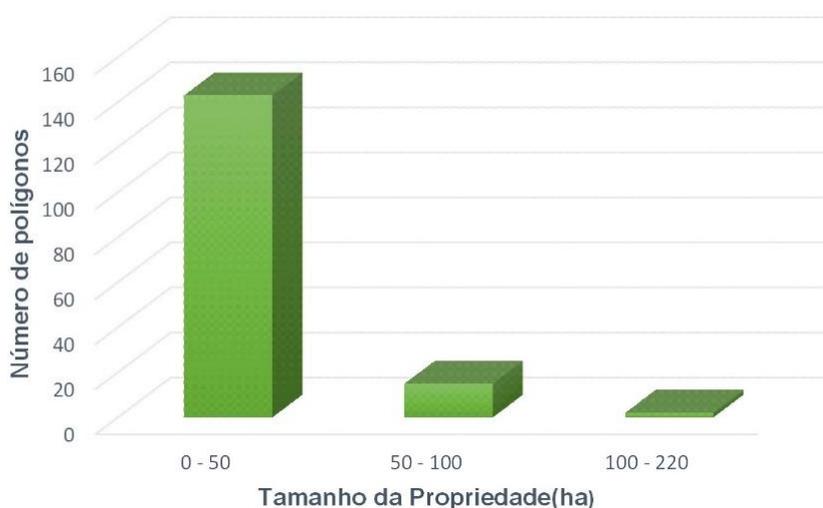
propriedade e a proximidade da malha viária existente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 2, foi possível observar que as plantações de cacau no município de Tomé-Açu estão concentradas em área que corresponde, até um módulo fiscal, ou seja, 50 ha. Assim, tal padrão de distribuição espacial indica que na área de estudo há predominância de plantios de cacau em pequenas propriedades, correspondendo a 99,37% do total. Vale ressaltar que,

segundo a Lei nº 8.629/1993 (BRASIL, 1993), pequena propriedade é considerado todo aquele bem imóvel que possui até quatro módulos fiscais. Tal padrão de comportamento foi também observado por Sousa et al. (2019) em propriedades rurais na região da Mesoamérica, onde os cultivos de cacau estão associados, principalmente, ao pequeno produtor. Dessa forma, confirma-se a proposição de Läderach et al. (2013) referente a importância socioeconômica do cacau na renda familiar dos pequenos produtores em vários países tropicais.

**Figura 2.** Relação entre o tamanho da propriedade e o número de polígonos mapeados como plantios de cacau no município de Tomé-Açu, PA.



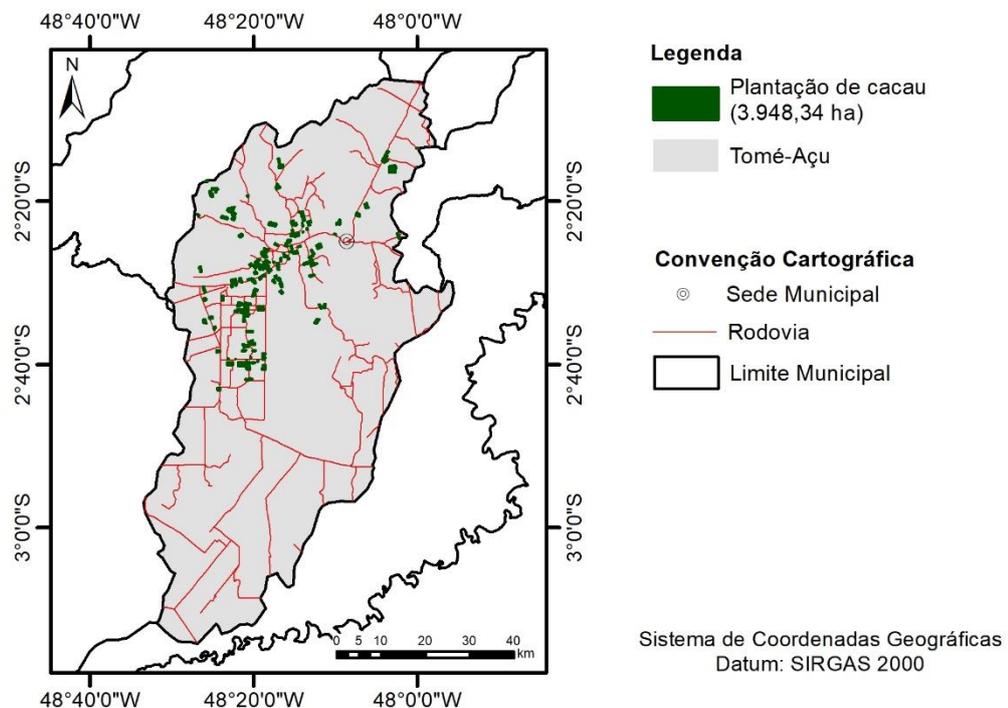
Fonte: Dados de campo e laboratório

Em outra análise espacial, foi possível realizar a quantificação das áreas de plantio de cacau presentes na área de estudo, para o ano de 2017. De acordo com a Figura 3, foram registrados 3.948,34 ha de áreas cultivadas com cacau, com distribuição heterogênea, apesar de concentrada na porção centro-norte do município. Confrontando estes dados com aqueles definidos para as áreas destinadas à colheita de cacau do IBGE para esse mesmo ano de estudo, foram registrados 3.570 ha (IBGE, 2017). Dessa

forma, as áreas mapeadas neste trabalho representaram 110,6% em comparação com os dados do IBGE.

Diante do exposto, percebe-se a partir das fontes de mapeamento consideradas nesta análise, uma possível tendência de aumento das áreas destinadas à colheita da cultura do cacau. Tal constatação foi confirmada a partir da consulta aos dados do IBGE referente ao ano de 2019, que registrou um aumento da área destinada à colheita de cacau de 5,6% (200 ha) em relação ao observado no ano de 2017.

**Figura 3.** Distribuição espacial dos plantios de cacau no município de Tomé-Açu, PA.



Fonte: Dados de campo e laboratório.

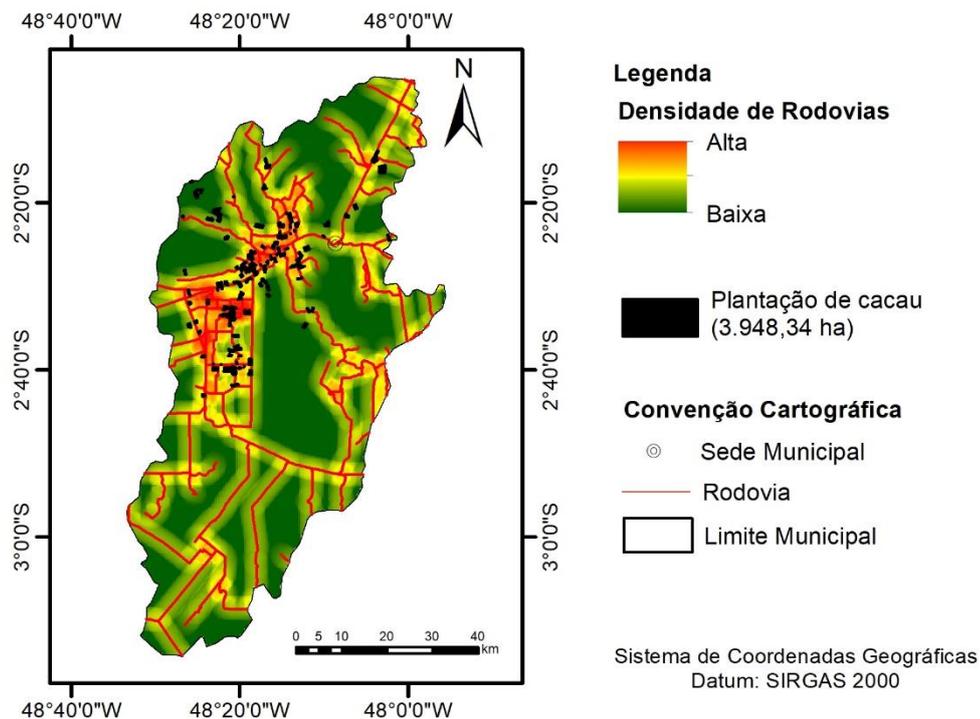
Os dados apresentados das áreas cultivadas com cacau são relevantes, na medida em que, segundo Coutinho et al. (2013), são vários os interesses das demandas pela geração de informações referentes à dinâmica da atividade agrícola no mundo. A promoção de estimativas anuais de safras e a sua relação com a definição de preços dos mercados futuros, a mensuração de impactos ambientais e a formulação de políticas públicas para o agronegócio são apenas alguns exemplos das atividades interessadas na geração de dados sobre as culturas no campo.

Ainda no contexto das análises realizadas, um outro aspecto considerado refere-se à influência da infraestrutura viária para a concentração das plantações de cacau (Figura 4). Tendo em vista que tal situação é essencial para o escoamento da produção, assim como, para o aporte de insumos agrícolas, essa prerrogativa no presente caso foi positiva. Na Figura 4, pode-se constatar que as áreas com maior

concentração de plantios de cacau estão associadas aos setores do município onde ocorre a maior densidade de malha viária.

Conforme Mendes (2018), a produtividade do cacau no estado do Pará, de aproximados 900 kg/ha, é considerada muito alta quando comparada, por exemplo, ao estado da Bahia (300 kg/ha), ou mesmo aos principais produtores mundiais Costa do Marfim (660 kg/ha) e Gana (550 kg/ha). Entretanto, este alto valor de produtividade esconde a alta diversidade pedológica do estado do Pará, tendo regiões produtoras em solos de alta fertilidade natural (Latosolo Roxo), da região da Transamazônica, que podem atingir até 2.000 kg/ha. Em outro extremo, são encontradas as regiões produtoras com solos de baixa fertilidade natural (Latosolo Amarelo e Argissolo Amarelo), como observado no caso do município de Tomé-Açu, que só consegue atingir níveis satisfatórios de produtividade por meio da adubação química e/ou orgânica.

**Figura 4.** Distribuição espacial dos plantios de cacau associada à densidade da malha viária no município de Tomé-Açu, PA.



Fonte: Dados de campo e laboratório.

Portanto, vê-se a importância de uma malha viária consolidada para facilitar o transporte dos insumos, já que é necessário a adição de fertilizantes nos solos presentes na área de estudo para atender a demanda nutricional do cacau (SCHROTH et al., 2016). Além disso, com o acesso facilitado as áreas produtoras, o frete tende a se tornar mais barato não apenas para o transporte dos insumos,

mas igualmente para o escoamento da produção.

Ainda considerando a Figura 4, pode-se observar que as áreas produtoras de cacau mapeadas tendem a se concentrar nos setores do município com paisagem mais consolidada, associadas ao adensamento da malha viária, como visto anteriormente. Em adição, tais setores estão próximos aos dois principais núcleos populacionais do

município, Tomé-Açu e Quatro-Bocas, em domínio da área de colonização mais antiga, iniciada por imigrantes japoneses a partir de 1929. Pelo mapeamento participativo realizado observou-se indícios fortes que as novas zonas de produção de cacau no município continuam se expandindo considerando regiões com paisagem agrícola mais consolidada.

## CONCLUSÃO

A abordagem metodológica empregada, baseada na integração de imagens orbitais de alta resolução espacial e de dados de levantamentos participativos com atores locais, mostrou-se efetiva para o mapeamento de pequenos cultivos de cacau na área de estudo. As informações geradas apresentam grande relevância no contexto da formulação de políticas públicas para o agronegócio em nível municipal e estadual.

Foi constatado que as plantações de cacau na área de estudo são desenvolvidas, em sua grande maioria, em pequenas propriedades rurais de

até 50 ha, valor esse correspondente ao limite do módulo fiscal definido para o município de Tomé-Açu.

Foram contabilizados quase 4 mil hectares de lavouras de cacau no ano de 2017, sendo observado a partir dos levantamentos de campo realizados, uma certa tendência de crescimento dessas áreas posteriormente ao ano de análise.

Observou-se uma relação estreita entre a concentração das lavouras de cacau com a presença da malha viária existente, indicando dependência da cultura por infraestrutura, haja vista as demandas por insumos agrícolas. A distribuição das lavouras de cacau tende a se concentrar na porção centro-norte da área de estudo, em setores de paisagem agrícola mais consolidada, não estando assim associada as frentes pioneiras de expansão agrícola.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado em âmbito do projeto Mapeamento de Áreas com Lavouras de Cacau (*Theobroma cacao* L.) no Estado do

Pará – MapCacau, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), tendo aporte financeiro do Convênio SEDAP/Embrapa Amazônia Oriental. Vale destacar o apoio indispensável da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (Camta), em especial daquele provido pelo técnico Márcio Siqueira Moura. Mostraram-se igualmente relevantes os dados espaciais das lavouras de cacau no município de Tomé-Açu fornecidos pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac).

Os autores agradecem ainda aos colegas Antônio José Elias Amorim de Menezes e Antônio Guilherme Soares Campos, respectivamente analista e técnico da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, pelo apoio no levantamento de campo. Tais agradecimentos são extensivos aos colegas Dr. Moacir Azevedo Valente, que gentilmente realizou a descrição dos solos da área de estudo, Dr. Roberto Porro, pela construção do Abstract, e a Bibliotecária Andrea Liliane Pereira Silva, pela normalização bibliográfica.

Aos produtores rurais que se dispuseram a participar do mapeamento participativo realizado, em especial aqueles que receberam em suas propriedades os autores deste trabalho.

Por fim, o terceiro autor agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio indispensável referente à concessão de bolsa de pós-graduação em nível de mestrado.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Presidência da República. Lei nº8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Diário Oficial da União, 26 fev. 1993. p. 2349. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l8629.htm>. Acesso em: 11 jul. 2019.
- BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Diário Oficial da União, 18 out. 2012. p. 5. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/Atos2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. M.; OLIVEIRA, L. S.; LANZA, D. A. Methodology for systematical mapping of annual crops in Mato Grosso do Sul State (Brazil). *Geografia*. v. 38, Número Especial, p 45-54. 2013.

- FAO. FAOSTAT: Cultivo: Cacau Ano 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 6 out. 2020.
- IBGE. Base Cartográfica (1:250.000). Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 30 out 2021.
- IBGE. Tomé-Açu: panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tome-acu/panorama>. Acesso em: 12 ago. 2019
- IBGE. Produção Agrícola: Lavoura Permanente: Cacau Ano 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tome-acu/pesquisa/15/11863>. Acesso: 20 ago. 2019
- IBGE. Produção Agrícola Municipal: Tabela 1613 - Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes: Cacau Ano 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 6 out. 2020.
- INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT. Good practices in participatory mapping: a review prepared for the International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome, 2009. Disponível em: [https://www.ifad.org/documents/38714170/39144386/PM\\_web.pdf/7c1eda69-8205-4c31-8912-3c25d6f90055](https://www.ifad.org/documents/38714170/39144386/PM_web.pdf/7c1eda69-8205-4c31-8912-3c25d6f90055). Acesso em: 7 out. 2020.
- INCRA. Sistema Nacional de Cadastro Rural. 2013. Disponível em: [http://www.incra.gov.br/media/docs/indices\\_basicos\\_2013\\_por\\_municipio.pdf](http://www.incra.gov.br/media/docs/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf). Acesso: 11 jul. 2019.
- LÄDERACH, P.; MARTINEZ-VALLE, A.; SCHROTH, G.; CASTRO, N. Predicting the future climatic suitability for cocoa farming of the world's leading producer countries, Ghana and Côte d'Ivoire. *Climatic Change*, v. 119, n. 3-4, p. 841-854, 2013.
- LANDAU, E. C.; SILVA, G. A.; MOURA, L. Evolução da produção de cacau (*Theobroma cacao*, Malvaceae). In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A.; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem vegetal**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 2, cap. 17, p. 529-555.
- MENDES, F. A. **Agronegócio cacau no estado do Pará: origem e desenvolvimento**. Belém, PA: Clube de autores, 2018.
- RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHIERI, H. R. Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Agricultura Alternativa**, v. 22, n. 212, p. 61-67, 2001.
- RODRIGUES, T. E.; SANTOS, P. L.; ROLLIM, P. A. M.; SANTOS, E.; REGO, R. S.; SILVA, J. M. L.; VALENTE, M. A.; GAMA, J. R. N. **Caracterização e classificação dos solos do município de Tomé-Açu, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 49 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 117). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63707/1/Oriental-Doc117.PDF>. Acesso: 16 set. 2019.

SCCON.. **Imagens Planet**. Disponível em:

<https://www.scccon.com.br/produtos/imagens-planet/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SCHROTH, G.; GARCIA, E.; GRISCOM, B. W.; TEIXEIRA, W. G.; BARROS, L. P. Commodity production as restoration driver in the Brazilian Amazon? Pasture re-agro-forestation with cocoa (*Theobroma cacao*) in southern Pará. **Sustainability Science**, v. 11, n. 2, p. 277-293, 2016.

SOUSA, K.; ZONNEVELD, M. V.; HOLMGREN, M.; KINDT, R.; ORDOÑEZ, J. C. The future of coffee and cocoa agroforestry in a warmer Mesoamerica. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2019.

WATRIN, O. S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. N. M. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no nordeste do estado do Pará. **Geografia**, v. 34, n. 3, p. 455-472, set./dez. 2009.

WATRIN, O. S.; SILVA, T. M.; PORRO, R.; OLIVEIRA JUNIOR, M. M.; BELUZZO, A. P. Dinâmica do uso e cobertura da terra em Projeto de Desenvolvimento Sustentável na região da rodovia Transamazônica, Pará. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 92-107, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-45146.

ZARRILLO, S.; GAIKWAD, N.; LANAUD, C.; POWIS, T.; VIOT, C.; LESUR, I.; FOUET, O.; ARGOUT, X.; GUICHOUX,

E.; SALIN, F.; SOLORZANO, R. L.; BOUCHEZ, O.; VIGNES, H.; SEVERTS, P.; HURTADO, J.; YEPEZ, A.; GRIVETTI, L.; BLAKE, M. F. The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. **Nature Ecology & Evolution**, v. 2, n. 12, p. 1879-1888, 2018.