



USO E COBERTURA DA TERRA COM ÊNFASE NAS ÁREAS CAFFEIRAS DE ALTO ALEGRE DOS PARECIS - RONDÔNIA

Carlos Cesar Ronquim¹; Nívia Cristina Vieira Rocha¹; Ellen Santos Bernardo¹;
Vitor Andrade¹; Julia Alves Pennachin¹; Laura Biscaino Lasso¹; Guilherme
Miguel Piveta¹; Edlene Aparecida Monteiro Garçon¹; Celina Maki Takemura¹;
Paulo Roberto Rodrigues Martinho¹; Jose Paulo Franzin¹

¹ Embrapa Territorial, Departamento de Pesquisa, Campinas,
Brasil.

carlos.ronquim@embrapa.br - <https://orcid.org/0000-0002-7438-7952>

nivia.rocha@colaborador.embrapa.br - <https://orcid.org/0000-0001-9808-5716>

ellen.bernardo@colaborador.embrapa.br

vitor.andrade@colaborador.embrapa.br

julia.pennachin@colaborador.embrapa.br

laura.lasso@colaborador.embrapa.br

guilherme.piveta@colaborador.embrapa.br

edlene.garcon@embrapa.br - 0000-0002-7531-8465

celina.takemura@embrapa.br - 0000-0002-6516-559X

paulo.martinho@embrapa.br

jose.franzin@embrapa.br

RESUMEN. El uso de geotecnologías con imágenes de satélite y datos del Cadastro Ambiental Rural (CAR) se emplearon para estudiar el municipio de Alto Alegre dos Parecis, que abarca una superficie de 396 mil hectáreas (ha). La superficie destinada al cultivo de café en la región es de 4,9 mil hectáreas, ocupando solo el 1,2% del área total del municipio, pero consolidándose como el cultivo agrícola más importante. De los 2.137 establecimientos rurales incluidos en el CAR, 768 (36%) se dedican a la cafeicultura, siendo el 95,5% de ellos pequeñas propiedades familiares con una superficie media de cultivo de café de 3,5 hectáreas. La cafeicultura en el municipio aún tiene potencial de expansión, ocupando vastas áreas de pastizales que suman 151 mil hectáreas. Más de la mitad del municipio (59%), es decir, 234 mil hectáreas, sigue ocupada por bosques nativos, principalmente debido a la contribución de reservas indígenas que conservan y preservan bosques primarios en un total de 106 mil hectáreas. Estos resultados proporcionan información valiosa para la discusión y comprensión del uso y cobertura del suelo, destinada a los responsables de la toma de decisiones en la implementación de políticas públicas en Alto Alegre dos Parecis.

Palabras-clave: Agricultura; Cadastro Ambiental Rural; Geoprocessamento; Bosque Nativo.

RESUMO. O uso de geotecnologias com imagens de satélite e dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) foram utilizadas para estudar o município de Alto Alegre dos Parecis e possui área de 396 mil hectares (ha). A área de café da região é de 4,9 mil hectares e ocupa somente 1,2% da área total do município, porém consolida-se como mais importante cultivo agrícola. Dos 2.137 imóveis rurais inseridos no CAR 768 (36%) se dedicam à cafeicultura sendo que 95,5% deles são pequenas propriedades familiares com tamanho médio das áreas de café de 3,5 hectares. A cafeicultura no município ainda pode se expandir muito, ocupando as vastas áreas de pastagens que representam 151 mil hectares. Outra parte da área pouco superior à metade do município (59%) ou 234 mil hectares ainda são ocupadas por florestas nativas muito devido à contribuição das reservas indígenas que preservam e conservam florestas nativas primárias num total de 106 mil hectares. Os resultados fornecem informações valiosas para a discussão e a compreensão do uso e cobertura do solo para os tomadores de decisão na execução de políticas públicas no município de Alto Alegre dos Parecis.

Palavras-chave: Agricultura; Cadastro Ambiental Rural; Geoprocessamento; Floresta Nativa.



ABSTRACT. The use of geotechnology with satellite images and data from the Rural Environmental Registry (CAR) were used to study the municipality of Alto Alegre dos Parecis, which has an area of 396 thousand hectares (ha). The region's coffee area is 4.9 thousand hectares and occupies only 0.8% of the municipality's total area, but it is consolidated as the most important crop. Of the 2,137 rural properties included in the CAR, 768 (36%) are dedicated to coffee growing, with 95.5% of them being small family properties with an average size of coffee areas of 3.5 hectares. Coffee growing in the municipality can still expand a lot, occupying vast areas of pastures that represent 151 thousand hectares. Another part of the area slightly more than half of the municipality (59%) or 234 thousand hectares is still occupied by native forests largely due to the contribution of indigenous reserves that preserve and conserve primary native forests in a total of 106 thousand hectares. The results provide valuable information for the discussion and understanding of land use and cover for decision makers in the implementation of public policies in the municipality of Alto Alegre dos Parecis.

Keywords: Agriculture; Rural Environmental Registry; Geoprocessing; Native Forest.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a cafeicultura amazônica, e principalmente a cafeicultura do estado de Rondônia, se reinventou o que possibilitou maior rendimento das lavouras, motivado principalmente, pela incorporação de novas tecnologias no campo (Teixeira *et al.*, 2020). Atualmente o estado de Rondônia ocupa posição de destaque na cafeicultura da Amazônia sendo responsável por 97% da produção nesse bioma, a quinta maior produção do país e a segunda da espécie *Coffea canephora* (Marcolan; Spindola, 2015; Volsi *et al.*, 2019).

A cafeicultura é a terceira atividade agrícola com maior importância econômica quanto ao valor bruto da produção (VBP) de Rondônia (Embrapa, 2024) e passa desde 2010 por um processo de modernização técnica com o incremento da ciência no meio produtivo, em que a tecnologia possibilita a melhoria dos resultados obtidos na produção (Marcolan; Spindola, 2015; Teixeira *et al.*, 2020). Uma demonstração da evolução da cafeicultura rondoniense se dá no reconhecimento da região das Matas de Rondônia com uma Indicação Geográfica de produção de cafés canéfora sustentáveis (Agnoletti *et al.*, 2024).

Alto Alegre dos Parecis é um dos principais produtores de café da região das Matas de Rondônia e do estado (Conab, 2024). Neste sentido, o mapeamento do uso e cobertura da terra desse município confere uma oportunidade estratégica tanto para o município quanto para o setor cafeeiro amazônico, por meio da geração de mapas da localização e tamanho das áreas, o levantamento da quantidade e tamanho de propriedades rurais envolvidas na produção do café.

Apesar de a cafeicultura ser estratégica para o desenvolvimento do município, assim como para a Amazônia brasileira, a ausência da comprovação da sustentabilidade dessa cultura poderá comprometer parcialmente a exportação do produto. Diante da importância econômica e social e da necessidade de demonstrar a sustentabilidade do café produzido na Amazônia, a determinação do tamanho, distribuição e legalidade das áreas cafeeiras e propriedades rurais torna-se uma tarefa essencial e os resultados deste estudo técnico científico poderá gerar impactos positivos de valoração ambiental dos sistemas de produção dos imóveis rurais cafeeiros de Alto Alegre dos Parecis e da Amazônia.

Para tanto, com o mapeamento de uso e cobertura do município busca-se responder as seguintes perguntas: qual a área de café e a localização dessa cultura no município? Como se caracterizam os imóveis rurais cafeeiros? O município e os imóveis rurais apresentam quantidades satisfatórias de vegetação florestal nativa?

As respostas a essas perguntas são dadas a partir da identificação das lavouras cafeeiras e demais usos da terra nas imagens orbitais e as delimitações dos imóveis rurais declarados no



Cadastro Ambiental Rural (CAR) pelos produtores rurais do município e pelo mapeamento das áreas ocupadas pela agropecuária e florestas nativas com imagens de satélite em todo município e nas propriedades cafeeiras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inserido no bioma Amazônia, o município de Alto Alegre dos Parecis está localizada no sul do estado de Rondônia (Figura 1). A área do município é de 396 mil hectares e localiza-se a uma latitude $12^{\circ}07'40''$ sul e a uma longitude $61^{\circ}51'03''$ oeste, estando a uma altitude de 405 metros e população estimada é de 20.156 habitantes, de acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2022 (Ibge, 2022). A classificação de Köppen caracteriza o clima da região como com estação seca (Aw) onde se observam duas estações bem definidas, a seca entre os meses de maio a agosto, e a chuvosa de setembro a março. O regime pluviométrico do município varia entre 1400 a 1800 mm/ano com temperatura média anual em torno de 24° a 26°C (Dubreuil *et al.*, 2018).

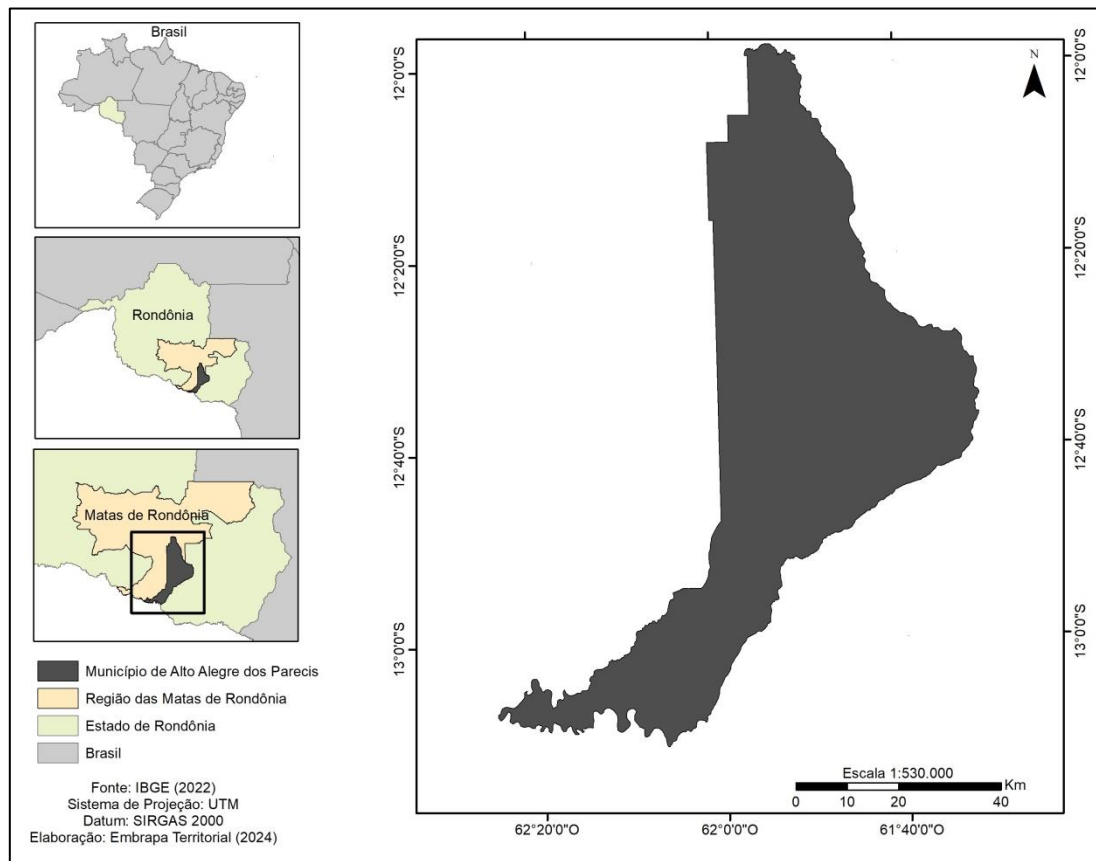


Figura 1. Localização do município de Alto Alegre dos Parecis RO.

Fonte: Próprios autores (2024)

2.1. Base de dados

Os arquivos vetoriais utilizados na análise foram adquiridos em instituições federais de pesquisa e planejamento para o ano de 2022. Os limites do município foram obtidos do IBGE; os dados referentes às áreas das terras indígenas foram adquiridos junto a Fundação Nacional



do Índio (FUNAI); os dados das comunidades quilombolas, assentamentos agrários e do Cadastro Ambiental Rural (CAR) são do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e as unidades de conservação foram obtidas junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Foram utilizadas imagens dos anos de 2022/23, obtidas pelo satélite Landsat-5 sensor TM (Thematic Mapper) com 30 m de resolução espacial e imagens Sentinel-2 sensor MSI (MultiSpectral Instrument), com resolução espacial de 10 m. Para a seleção das cenas, priorizou-se um percentual de no máximo 30% de nuvens, para permitir uma análise mais detalhada da área de estudo. Para o mapeamento, análise e processamento dos dados foi utilizado o Google Earth Pro, a plataforma baseada em nuvem Google Earth Engine (GEE) (Gorelick *et al.*, 2017) e o software ArcGis 10.8.2.

2.2. Mapeamento das Áreas de Café e de outros cultivos agrícolas

O mapeamento das áreas de café e demais usos agrícolas se deu por meio da delimitação de polígonos, de forma manual por especialistas treinados, utilizando o Google Earth Pro (GEP), com base nas imagens do ano de 2022 e 2023. Este método de mapeamento foi selecionado por proporcionar maior precisão para identificar as áreas da cafeicultura e outros cultivos, e alta resolução espacial que pode chegar a até 15 centímetros (Batista; Vieira; Marinho, 2019). Foi obtida uma base de dados com a localização de algumas dezenas de áreas de café em Alto Alegre dos Parecis, coletadas previamente *in loco* nos trabalhos de campo do ano de 2023, a qual permitiu uma melhor identificação das feições do cultivo de café por meio do GEP.

2.3. Classificação do Uso e Cobertura da Terra

O mapeamento se deu de forma automática e com a utilização das imagens Sentinel-2 MSI para os meses de junho a outubro no ano de 2022, onde foram consideradas quatro classes de análise: áreas de floresta nativa, pastagem, área urbana e corpos d'água. Esse período de meses foi determinado por se tratar do período de pouca nebulosidade.

Em relação à visualização dos alvos, as imagens Sentinel-2 MSI foram analisadas em “falsa cor”, com a composição RGB nas bandas 8 (NIR – infravermelho próximo), 11 (SWIR 1 – infravermelho de ondas curtas) e 4 (Red - vermelho) respectivamente. Além desta composição, foram aplicados alguns índices de vegetação que contribuíram para o realce das feições, como o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference RedEdge (NDRE), Green Normalized Difference Vegetation (GNDVI) e Normalized Difference Water Index (NDWI).

Na aplicação da classificação supervisionada foi utilizado o classificador *Random Forest* (Neves *et al.*, 2021). Este método foi selecionado para classificar as quatro feições determinadas. Para a uniformidade dos dados foram utilizadas 100 árvores de decisão. Para o treinamento deste classificador foram coletadas amostras das quatro classes, onde foram coletadas cerca de 500 amostras para as imagens analisadas. Após a coleta das amostras, a classificação passou por uma verificação visual com o objetivo de eliminar amostras que geraram resultados inconsistentes. Esses processos foram aplicados para que não houvesse valores de pixels discrepantes (Diniz *et al.*, 2019).

Com validações da classificação foram geradas as matrizes de confusão ou de erro e exibida a distribuição das classes abrangendo as suas classes atuais e suas classes previstas, indicando



assim a qualidade da classificação, seguindo as recomendações de boas práticas para a avaliação de precisão (Olofsson *et al.*, 2014).

2.4. Processamento dos Dados Classificados

Após a classificação, os dados foram processados para união dos resultados gerados, para compor o uso e cobertura do município. Este processamento foi realizado no *software* ArcGis onde primeiramente os dados matriciais gerados com as classes de floresta, pastagem, área urbana/povoada e corpos d'água (.tif) foram convertidos em dados vetoriais (.shp). Em seguida, esse dado convertido foi recortado com a sobreposição das áreas de café e outros cultivos agrícolas (*erase*) para depois ser realizada uma união dessas duas bases de dados (*union*), sem risco de haver sobreposição de áreas. A partir deste processo, foi possível calcular a área de cada classe para os municípios e a elaboração do mapa de uso e cobertura do solo para os mesmos.

2.5. Avaliação dos Dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR)

Para esta etapa foi utilizada a base de dados do CAR para o ano de 2022. Utilizou-se o *software* ArcGis, e foram selecionadas e extraídas apenas as propriedades rurais declaradas (*export data*); em seguida foi necessário fazer um recorte da base de dados para que a mesma fosse enquadrada apenas dentro do limite de cada município (*clip*). Após este processo, os dados resultantes foram as propriedades rurais declaradas, com limites abrangendo apenas a área de cada município selecionado.

Em seguida, foi necessário selecionar apenas as propriedades que possuíam o cultivo de café. Neste processo, realizou-se um cruzamento entre a base do CAR por município com os dados de café mapeados (*select by location*). Após a seleção dessas propriedades, houve a exclusão de polígonos que apresentavam 100% de suas áreas sobrepostas.

Para a análise dos dados do CAR, levaram-se em consideração os módulos fiscais (MF), que é uma unidade de medida, em hectares (ha), determinada pelo INCRA para Alto Alegre dos Parecis, onde é observada a renda, o tipo de exploração predominante no município e a relação com as pequenas propriedades. Em Alto Alegre dos Parecis um MF equivale a 60 ha. Imóveis rurais com até quatro MF (240 ha) são considerados pequenas propriedades no estado de Rondônia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Uso e cobertura da terra da região das Matas de Rondônia

A área total de alto Alegre dos Parecis é de 379 mil hectares. A cafeicultura representa 4,9 mil ha ou somente 1,2% de toda a área (Figura 2). A área plantada com café no município representa a terceira mais extensa do estado de Rondônia (Conab, 2024). A cafeicultura é a terceira atividade agrícola com maior importância econômica em Rondônia e a partir de 2010 está passando por um processo de modernização técnica com o incremento da ciência no meio produtivo (Teixeira *et al.*, 2020). A área plantada com café na região representa mais da metade do café produzido no estado de Rondônia e na Amazônia brasileira que possuem área estimada de 61,9 e 62,5 mil hectares, respectivamente (Conab, 2024).

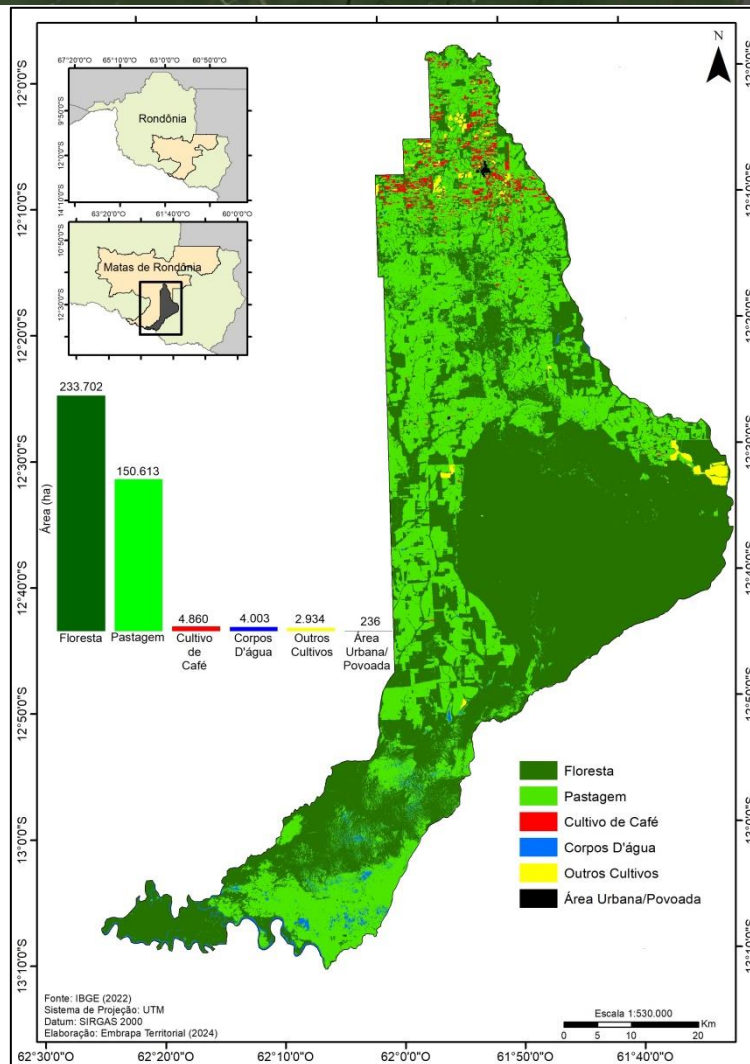


Figura 2. Mapa de uso e cobertura da terra de Alto Alegre dos Parecís

O processo de modernização pelo qual Rondônia está passando (Volsi *et al.*, 2019) gerou um ganho de produtividade de quase 500%, o que possibilitou uma redução na área de cerca de 80% em relação à década de 1980 (Teixeira *et al.*, 2020). Diante desse fato pode-se considerar a cafeicultura atual na Amazônia uma cultura poupadora de terras. Isso só foi possível graças à incorporação de “Boas Práticas Agrônômicas” em todo o processo produtivo.

Sob o ponto de vista espacial, poucas culturas como o café têm tamanha capacidade de promover qualidade de vida e renda em pequenas áreas (Santos *et al.*, 2023). Cerca de um quinto de toda mão de obra agrícola do estado está empregada nas lavouras de café (Brasil, 2022). Uma cultura com estas características representa a sobrevivência da agricultura familiar de pequena escala e menor pressão sobre a floresta.

A Tabela 1 mostra a matriz de confusão da classificação de uso e cobertura da terra em relação às amostras coletadas, para avaliar a precisão da classificação automática.



Uso e cobertura	Floresta	Pastagem	Corpos d'água	Área urbana	Exatidão por classe
Floresta	458	46	1	2	90,3%
Pastagem	38	434	12	13	87,3%
Corpos d'água	1	12	487	3	96,8%
Área urbana	3	8	0	482	97,7%
Total	500	500	500	500	
Exatidão global	91,6%	86,8%	97,4%	96,4%	

Tabela 1. Matriz de confusão para a classificação de uso e cobertura da terra.

Com base em dados de 2024 da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o café rondoniense, com uma área de 61,9 mil hectares de lavouras em produção, teve em 2023 um valor bruto de produção estimado em quase 1,8 bilhões de reais. Já a soja, outro produto agrícola de grande importância no estado, gerou aproximadamente 3,9 bilhões de reais. Entretanto, há de se observar que, para gerar quase o dobro de renda do café, a soja precisou de uma área cultivada 861% superior, cerca de 600 mil hectares.

As pastagens são o uso agropecuário que mais ocupa espaço em Cacoal e representam 151 mil hectares ou 38% do município (Figura 2). O município pode ser capaz de expandir a cafeicultura, sem que seja necessário retirar a mínima área de floresta, pois a pastagem é o uso agropecuário que mais cede espaço para as demais culturas agrícolas na Amazônia (Caballero *et al.*, 2022).

A classe de uso representada pelos outros usos agrícolas ocupa 2,9 mil ha e representa 0,8% da área (Figura 2). Pelas imagens de satélite e nos trabalhos de campo pode-se observar que essas culturas são representadas em grande parte por cultivos de mandioca, banana e cacau, mas principalmente em grandes áreas contínuas pela soja. Em curto e médio prazo a soja poderá ocupar enormes áreas do município como no sul do estado. Apesar de a cafeicultura render mais por hectare que a soja poderá deslocar a cafeicultura. Como afirma Homma, (2022), este fato pode acontecer, pois não se podem fazer comparações abstratas entre rentabilidade de cultivos condicionados a pequena escala como o café, ou mesmo o cacau e açaí, com outros cultivos de larga escala como a soja ou pecuária, pois são mercados totalmente distintos.

Apesar de a ocupação agropecuária competir com sua vegetação florestal nativa, as áreas florestais ainda representam 59% ou 234 mil hectares. Quase metade das áreas florestais preservadas está nas reservas indígenas que conservam florestas nativas primárias num total de 106 mil hectares. (Figura 2).

Há um parcelamento muito grande de solo, de modo que Alto Alegre dos Parecis possui 2,1 mil imóveis rurais inseridos no CAR e destes 768 (36%) se dedicam a cafeicultura. Dessas propriedades cafezeiras 95,5% possui área total de até quatro MF (240 ha), que é classificado oficialmente como uma pequena propriedade familiar (Figura 3 e Tabela 2). Grande parte da cafeicultura do município é manejada em propriedades com tamanho ainda mais reduzido de até 0,2 MF ou 12 ha e estas representam perto de 1.100 ha mil ou 33,4% da área cafezeira nas propriedades (Tabela 2). A realidade da cafeicultura em pequenas propriedades na Amazônia brasileira se estende para toda Amazônia sul americana é comumente cultivado em pequenas áreas com mais de 85% da produção vindo de 150.000 propriedades com cafezais em áreas menores que cinco ha (Killeen, 2022).

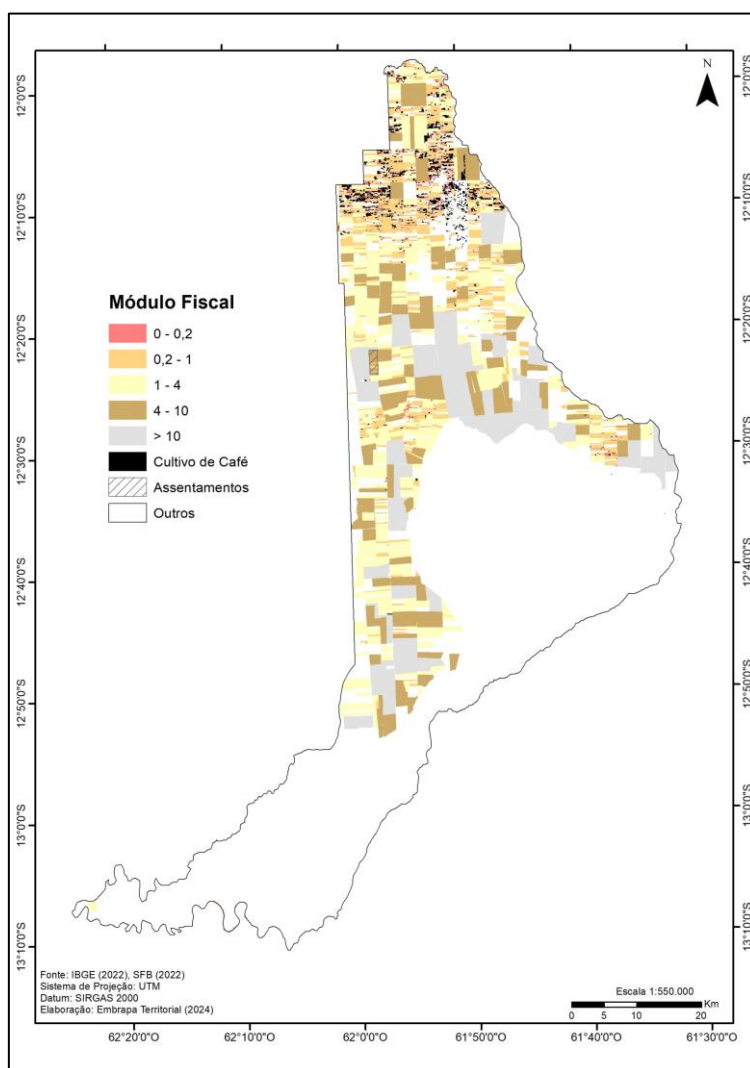


Figura 3. Distribuição das áreas de café em relação aos módulos fiscais (MFs) do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no município de Alto Alegre dos Parecis.

Módulo Fiscal	Número de Imóveis	Número de Imóveis Cafeicultores	CAR		Café	
			ha	%	ha	%
0 - 0,2	627	374	3.652,1	2,2	1.109,9	33,4
0,2 - 1	946	357	29.988,0	17,9	1.868,2	56,3
1 - 4	416	33	52.465,5	31,3	220,1	6,6
4 - 10	104	4	38.445,6	22,9	121,6	3,7
> 10	44	0	42.847,5	25,6	0,0	0,0
Total	2.137	768	167.398,6	100	3.319,9	100

Tabela 2: Uso e Cobertura da Terra pela Área Total do CAR – Alto Alegre dos Parecis/RO



Cabe destacar que nos pequenos imóveis rurais cafeeiros, somente parte da área é ocupada com café. Nos trabalhos de campo, foi possível observar que pequenas áreas de pastagens e florestais estão majoritariamente presentes nas pequenas propriedades cafeeiras da região. A pequena pecuária é uma opção de renda bastante segura para os produtores. Na visão dos produtores visitados, o boi é uma “poupança” que socorre quando há necessidade, um animal de fácil negociação e de rápida conversão em dinheiro. No quesito social, a pecuária aumenta a diversificação produtiva dentro das propriedades cafeeiras, um feito que reduz o impacto das oscilações de mercado sobre a renda dos agricultores.

Nos trabalhos de campo, foi possível observar que a maior parte dos pequenos imóveis rurais dedicados ao cultivo de café é gerenciada pela própria família. O café é uma cultura comercial colhida uma vez por ano durante várias semanas, então a mão de obra familiar é fundamental para seu sucesso, pois permite que os pequenos agricultores absorvam as flutuações da volatilidade dos preços; no entanto, isso também limita sua capacidade de expandir a produção (Killeen, 2022).

4. CONCLUSÕES

A área de café de Alto Alegre dos Parecis/RO é 4,9 mil hectares e ocupa somente 1,2% da área total do município. Cultivada em 768 imóveis rurais (25,7 % do total de imóveis), sendo que 95,5% são considerados pequenas propriedades familiares de até 04 Módulos Fiscais com tamanho médio de 3,5 ha. As florestas nativas ainda são preservadas em 59% da área município em 234 mil hectares.

REFERÊNCIAS

- AGNOLETTI, B. Z.; PEREIRA, L. L.; ALVES, E. A.; ROCHA, R. B.; DEBONA, D. G.; LYRIO, M. V. V.; FILGUEIRAS, P. R. The terroir of Brazilian Coffea canephora: characterization of the chemical composition. **Food Research International**, v. 176, p. 113814, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113814>
- BATISTA, D. C. L.; VIEIRA, A. F. S. G.; MARINHO, R. R. Uso do “Google Earth Pro” no mapeamento de voçorocas na área urbana de Manaus (AM), Brasil. **Revista GeoSaberes**, v. 10, n. 20, p. 1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v10i20.689>
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 mar. 2024.
- CABALLERO, C. B., BIGGS, T. W., VERGOPOLAN, N., WEST, T. A., RUHOFF, A. (2023). Transformation of Brazil's biomes: The dynamics and fate of agriculture and pasture expansion into native vegetation. **Science of The Total Environment**, v. 896, p. 166323, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166323>.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 31 Jan 2024.
- DINIZ, C.; CORTINHAS, L.; NERINO, G.; RODRIGUES, J.; SADECK, L.; ADAMI, M.; SOUZA-FILHO, P. W. M. Brazilian mangrove status: three decades of satellite data analysis. **Remote Sensing**, v. 11, n. 7, p. 2-19, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11070808>.



DUBREUIL, Vincent; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015.

Revista franco-brasileira de geografia, v. 37, n. 1, p. 1-25, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.4000/confins.15738>

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017. DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031.

HOMMA, A. K. O. O diálogo com a floresta: qual é o limite da bioeconomia na Amazônia?

Research, Society and Development, v. 11, n. 4, 1-10, 2022. DOI:

<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27555>

KILLEEN, T. J. **A perfect storm in the Amazon wilderness**: the conventional economy and the drivers of change: success and failure in the fight to save an ecosystem of critical importance to the planet. Cambridgeshire: White Horse Press, 2022. Disponível em:

<http://www.jstor.org/stable/j.ctv2k057xz>.

MARCOLAN, A. L., ESPINDULA, M. C., ALAERTO LUIZ MARCOLAN, C. R.,;

ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015. Disponível em:

http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Livro_Cafe_na_Amazonia_2015.pdf.

NEVES, P. B. T.; BLANCO, C. J. C.; DUARTE, A. A. A. M.; NEVES, F. B. S.; NEVES, I.

B. S.; SANTOS, M. H. D. P. Amazon rainforest deforestation influenced by clandestine and regular roadway network. **Land Use Policy**, v. 108, p. 105510, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105510>.

OLOFSSON, P.; FOODY, G. M.; HEROLD, M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK, C. E.; WULDER, M. A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change.

Remote Sensing of Environment, v. 148, p. 42-57, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>

SANTOS, V. P.; RIBEIRO, P. C. C.; RODRIGUES, L. B. Sustainability assessment of coffee production in Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 4, p. 11099-

11118, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22922-z>

TEIXEIRA, ALEXSANDRO LARA, *et al.* "Amazonian Robustas-new *Coffea canephora* coffee cultivars for the Western Brazilian Amazon." **Crop Breeding and Applied**

Biotechnology, v. 20, n. 3, p. 1-10, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1590/1984-](https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3c53)

[70332020v20n3c53](https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3c53)

VOLSI, B., TELLES, T. S., CALDARELLI, C. E.,; CAMARA, M. R. G. D. The dynamics of coffee production in Brazil. **PloS one**, v. 14, n. 7, e0219742, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>