



MATEUS XAVIER TEIXEIRA

**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM
PROPRIEDADES CAFEEIRAS DA INDICAÇÃO
GEOGRÁFICA CAMPO DAS VERTENTES**

LAVRAS – MG

2024

MATEUS XAVIER TEIXEIRA

**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM PROPRIEDADES CAFEEIRAS
DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA CAMPO DAS VERTENTES**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Tecnologias e Inovações
Ambientais, área de concentração em
Restauração e Conservação de
Ecossistemas, para a obtenção do título de
Mestre.

Prof^a Dr^a Rosângela Alves Tristão Borém
Orientadora

Dra. Helena Maria Ramos Alves
Coorientadora

LAVRAS – MG

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Teixeira, Mateus Xavier.

Pagamento por serviços ambientais em propriedades cafeeiras
da indicação geográfica campo das vertentes / Mateus Xavier
Teixeira. - 2024.

43 p.

Orientador(a): Rosângela Alves Tristão Borém.

Coorientador(a): Helena Maria Ramos Alves.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Conservação da Biodiversidade. 2. Cafeicultura Sustentável.
3. Geotecnologias. I. Borém, Rosângela Alves Tristão. II. Alves,
Helena Maria Ramos. III. Título.

MATEUS XAVIER TEIXEIRA

**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM PROPRIEDADES CAFEEIRAS
DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA CAMPO DAS VERTENTES**

**PAYMENTS FOR ENVIRONMENTAL SERVICES ON COFFE PROPERTIES
WITHIN THE GEOGRAPHICAL INDICATION OF CAMPO DAS VERTENTES**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Tecnologias e Inovações
Ambientais, área de concentração em
Restauração e Conservação de
Ecossistemas, para a obtenção do título de
Mestre.

APROVADA em 07 de fevereiro de 2024.
Dr. Luís Antônio Coimbra Borges UFLA
Dr^a. Helena Maria Ramos Alves EMBRAPA
Dr^a. Margarete Marin Lordelo Volpato EPAMIG

Prof^a Dr^a Rosângela Alves Tristão Borém
Orientadora

Dra. Helena Maria Ramos Alves
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2024**

*"A ignorância gera confiança com mais frequência do que o conhecimento:
são os que sabem pouco, e não os que sabem muito, que afirmam de uma
forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela
ciência."*

- Charles Robert Darwin

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marlene Aparecida Xavier Teixeira e Mauricio Otaviano Teixeira, que sempre me incentivaram em minhas conquistas e busca de conhecimento.

À minha namorada e companheira, Sarah, pelo apoio, paciência e cuidado.

À minha família, que sempre me incentivou a escolher bons caminhos.

Aos meus amigos e companheiros de graduação, que mesmo distante, sempre me apoiaram.

À minha orientadora, Profa. Dr^a Rosângela Alves Tristão Borém, pelo apoio, orientação e incentivo.

À minha coorientadora, Dr^a Helena Maria Ramos Alves pela ajuda e atenção.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais da Universidade Federal de Lavras, pela contribuição na minha vida profissional e acadêmica.

Ao Laboratório de Geoprocessamento/EPAMIG-Sul, em especial ao Franklin, pelo apoio prestado.

Aos companheiros de projeto pelo apoio prestado em campo.

À banca avaliadora, composta por grandes pesquisadores, pela ajuda e estímulo.

A todos que contribuíram de alguma forma com esta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade.

RESUMO

Ao buscar formas de proteção e de uso sustentável da biodiversidade brasileira, é importante destacar, na legislação ambiental, a Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), e a Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 (Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais) promovem diretrizes para beneficiar e proteger ecossistemas por meio do pagamento por serviços ambientais. A agricultura brasileira tem incorporado tecnologias sustentáveis, desempenhando um papel crucial para auxiliar na proteção da diversidade biológica e no crescimento econômico. O Brasil possui uma relação histórica com o café, sendo a Indicação Geográfica Campo das Vertentes uma região reconhecida por sua significativa produção de café de qualidade. Este trabalho teve o objetivo de identificar e quantificar propriedades cafeeiras com potencial para receber Pagamentos por Serviços Ambientais utilizando geotecnologias e dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Este estudo oferece uma análise abrangente de 972 propriedades rurais no município de Santo Antônio do Amparo localizado na região do Campo das Vertentes, MG. Por meio do cruzamento de dados do CAR com mapas e vetores do projeto "Caracterização ambiental da região do Campo das Vertentes de Minas Gerais para a Indicação Geográfica de cafés especiais, Embrapa Café, EPAMIG e UFLA inseridos no software QGIS, foi possível observar a adequação ao SICAR por parte dos produtores, com 220 propriedades associando cultivos de café a elementos como Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água. Contudo, as associações entre propriedades e parâmetros ambientais são diversas, destacando a predominância da Reserva Legal em comparação a fragmentos separados de Vegetação Nativa.

Palavras-chave: Conservação da Biodiversidade. Cafeicultura Sustentável. Geotecnologias

ABSTRACT

When seeking ways to protect and even sustainably use Brazilian biodiversity, it is important to highlight, in environmental legislation, Law No. 12,651, of May 25, 2012 (the Forest Code), and Law No. 14,119, of January 13, 2021, which establishes the National Policy on Payment for Environmental Services, promoting guidelines to benefit and protect ecosystems and environmental services. In the scenario of economic growth, Brazilian agriculture has incorporated sustainable technologies, playing a crucial role in assisting in the protection of biological diversity. Brazil has a historical relationship with coffee, with Geographical Indication Campo das Vertentes Minas Gerais being a region recognized for its significant production of quality coffee. This work aimed to identify and quantify coffee properties with the potential to receive Payments for Environmental Services using geotechnologies and data from the Rural Environmental Registry (CAR). This study offers a comprehensive analysis of 972 rural properties in the municipality of Santo Antônio do Amparo, located in the Campo das Vertentes region, MG. Through the intersection of CAR data with maps and vectors from the project "Environmental characterization of the Campo das Vertentes region of Minas Gerais for the Geographical Indication of specialty coffees," developed by Embrapa Café, EPAMIG and UFLA, integrated into the QGIS software, it was possible to observe a notable awareness on the part of producers, with 220 properties associating coffee crops with elements such as Legal Reserve, Native Vegetation, and Water Springs. However, the associations between properties and environmental elements are diverse, highlighting the predominance of the Legal Reserve compared to separate fragments of Native Vegetation.

Keywords: Biodiversity Conservation. Sustainable Cafeiculture. Geotechnologies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Indicação de Procedência Campo das Vertentes.....	26
Figura 2 - Municípios que compõem a Indicação de Procedência Campo das Vertentes.....	27
Figura 3 - Uso e cobertura da terra.....	28
Figura 4 - Fluxograma das etapas de análise de dados.....	28
Figura 5 - Tabela de atributos.....	30
Figura 6 - Exemplos de propriedades analisadas.....	31
Figura 7 - Propriedades Rurais cadastradas no CAR - Santo Antônio do Amparo.....	32
Figura 8 - Comparativo entre propriedades com associação e sem associação de RL = Reserva Legal/ MN = Vegetação Nativa/ AO = Olho d'água.....	33
Figura 9 - Propriedades cafeeiras com associação de RL = Reserva Legal/ MN = Vegetação Nativa/ AO = Olho d'água.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Biodiversidade dos biomas da Mata Atlântica e Cerrado no Brasil	12
2.2 Tendências de Transformação no Bioma Mata Atlântica e Cerrado: Desafios e Perspectivas para a Sustentabilidade	14
2.3 Código Florestal Brasileiro: Reserva Legal e Cadastro Ambiental Rural na Conservação Rural	16
2.4 Serviços Ecossistêmicos e Ambientais.....	17
2.4.1 Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).....	20
2.5 Geotecnologias na Avaliação de Serviços Ambientais: Uma Abordagem com Enfoque no Quantum GIS.....	21
3. OBJETIVO GERAL.....	23
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	23
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Local de Estudo	23
4.2 Metodologia de análise de dados.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

No que diz respeito à biodiversidade, o Brasil é um dos países mais ricos do mundo (MITTERMEIER *et al*, 2005). Visto a grande importância da biodiversidade brasileira, existem leis que protegem esse patrimônio e ajudam a desacelerar a destruição dos biomas (FREITAS *et al*, 2013).

A Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação. Entre os diversos objetivos das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal, destacam-se: conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha, proteger as restingas ou veredas, abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção.

O Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651/2012), expõe e especifica os imóveis rurais que devem estar inscritos no Cadastro Ambiental Rural (CAR). A Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021 institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais que define diretrizes, objetivos, conceitos e ações a serem tomadas para melhoria do ecossistema e serviços ecossistêmicos. O Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651/2012), estabelece normas gerais para a proteção da biodiversidade. E entre estas normas estão as Áreas de Proteção Ambiental (APP) e Reserva Legal (RL) que possui diversos objetivos. Na área de Reserva Legal, um de seus objetivos é auxiliar na preservação e na recuperação dos processos ecológicos, promovendo a conservação da biodiversidade, além de proporcionar abrigo e proteção para a fauna silvestre e a flora nativa. Na área de APP, o propósito é de conservar e preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, promover o fluxo gênico de fauna e flora, resguardar o solo e garantir um ambiente equilibrado para futuras gerações.

A Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.147/2022, traz em consonância a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) que por sua vez tem por objetivo possibilitar a correta organização dos processos que irão gerar, armazenar, promover acesso, compartilhar, disseminar e utilizar de dados geoespaciais provenientes das atividades, programas e projetos ambientais e de recursos hídricos desenvolvidos pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) e/ou órgãos, entidades e externos.

Dentro do cenário de crescimento econômico e a necessidade de desenvolvimento sustentável, a escassez de recursos naturais e serviços ambientais se encontram em níveis

elevados (MOTTA, 1996). A agricultura no país foi modernizada desde a metade do século XX com o objetivo de aumentar a produção e a produtividade de culturas. E esta modernização muitas vezes levou à degradação dos recursos naturais (MATOS & PESSÔA, 2011). Entretanto, existem tecnologias que são grandes aliadas no que tange a utilização inteligente de recursos, sendo, a modernização e avanço tecnológico no campo, aliados da sustentabilidade (LOPES & CONTINI, 2012).

Neste contexto de produção agrícola que busca a sustentabilidade apoiada no desenvolvimento de pesquisas científicas, nos processos de conscientização da população e do escopo da legislação, que historicamente é uma cultura de grande relevância para o Brasil, pois além de ter um peso elevado na balança comercial, tem uma cadeia produtiva que impacta bastante os meios ambientais e sociais. Em 1960, a cafeicultura brasileira sofreu grande reforma, passando da atividade pioneira, extrativista e de grande sentido histórico, para um modelo tecnológico voltado fundamentalmente para a produção (SILVA & CORTEZ, 1998). Em 1961, a produção foi de 6.700,00 mil sacas de café e em 2023, 55.072,3 mil sacas de café (BNDES, 2024; CONAB, 2024).

Existem diversas regiões dentro do país reconhecidas como produtoras de café. O oeste do estado do Rio de Janeiro, o vale do Paraíba fluminense-paulista, Região planalto e cerrado na Bahia, o Oeste de São Paulo, as montanhas capixabas, norte do Paraná e a Zona da Mata Mineira são os principais espaços de expansão das fronteiras do café. A tradicional região sul mineira é responsável pela produção da metade do café do estado, sendo que Minas Gerais ocupa grande parcela da produção nacional, tornando o sul mineiro importante produtor cafeeiro (FILETTO & ALENCAR, 2001). Dentre todas as regiões, o destaque para a Indicação Geográfica Campo das Vertentes, que surgiu em meados do século XIX. Inicialmente, os primeiros plantios eram direcionados para o autoconsumo. No entanto, no final do século XIX e início do século XX, começou um gradual crescimento que levou a região a se destacar no cenário internacional. Diversos motivos contribuíram para isso: por um lado, o empenho de produtores dedicados ao cultivo; por outro, as características naturais extremamente favoráveis à cultura do café. A região do Campo das Vertentes, abundante em recursos naturais, oferece condições altamente propícias para a subsistência, a produção econômica e o bem-estar ambiental (ACAVE, 2023).

Com o crescente avanço tecnológico/econômico e a necessidade de sustentabilidade na agricultura, deve-se pensar em áreas protegidas e uso sustentável de recursos naturais, visando a melhoria da qualidade de vida das comunidades e proteção da biodiversidade, que requer estratégias e ações coordenadas (HASSLER, 2005).

Serviços ecossistêmicos são benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas fornecem aos seres humanos e à natureza. Esses serviços incluem a provisão de recursos como alimentos, água e matéria-prima, a regulação do clima, a polinização de culturas, a purificação do ar e da água, o controle de pragas, além de oferecer suporte cultural e recreativo (TEEB).

Segundo Vanzela et al. (2010), áreas próximas a recursos hídricos, como rios, antropizadas apresentaram problemas no funcionamento dos serviços ecossistêmicos. Os benefícios das áreas protegidas vão além da proteção da biodiversidade. Essas áreas gerenciam junto ao uso racional dos recursos a oportunidade de uma produção continuada dos recursos renováveis e um melhor rendimento dos recursos não-renováveis. (HASSLER, 2005).

Como estratégia para a conservação da biodiversidade, obter diversas informações sobre as propriedades rurais e ambientes naturais são ótimos aliados a ações que fornecem apoio à sustentabilidade. Sendo que, estas “diferentes” informações não auxiliam apenas na compreensão de fatores técnicos, mas tem a capacidade de auxiliar na compreensão e reflexão sobre impactos negativos e positivos (GOMES & MALHEIROS, 2012).

Nesse sentido, este trabalho visa a integração de uma cafeicultura sustentável e a disponibilização de informações e dados para atingir os objetivos previstos pelas leis federais e auxiliar no crescimento sustentável dos produtores. O trabalho faz parte de um grande projeto, "Caracterização ambiental da região do Campo das Vertentes de Minas Gerais para a Indicação Geográfica de cafés especiais," financiado pela Embrapa Café e Consórcio de Pesquisa Café, e executado por vários grupos de pesquisa da UFLA, EPAMIG e EMBRAPA Café

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Biodiversidade dos biomas da Mata Atlântica e Cerrado no Brasil

O reconhecimento da importância da biodiversidade atingiu seu auge com a obra "Biodiversity", organizada por Edward O. Wilson (FRANCO, 2013), que destacou a dependência humana desse complexo sistema. O termo, inicialmente ancorado em conceitos biológicos, evoluiu para uma abordagem unificadora, ocupando espaço em políticas que visam alternativas à destruição ambiental, proteção da diversidade e desafios para a preservação e ecologia de restauração (JOLY et al, 2019).

O Brasil possui área territorial de 8.510.417.771 km² (IBGE, 2022). No Brasil, é possível encontrar seis grandes biomas, sendo eles: Cerrado, Campos e Florestas Meridionais, Floresta Atlântica, Caatinga, Floresta Amazônica e Pantanal, sendo que suas localizações

geográficas são influenciadas de maneira predominante por pluviosidade, umidade e temperatura (RIBEIRO & WALTER, 1998). Embora existam diferentes estimativas de riqueza, o Brasil possui universo grande de grupos taxonômicos que o coloca em primeiro lugar mundial em termos de espécies, além de sua grande extensão territorial, isolamento geográfico no passado e grande variedade de ecossistemas, o que possivelmente explica a diversidade de espécies (MACHADO *et al*, 2004).

Minas Gerais possui 586.513.983 km² de área territorial (IBGE, 2022). Em mapa divulgado pelo IBGE e MG.GOV, Minas Gerais possui 12 microrregiões, sendo elas: Norte de Minas, Noroeste de Minas, Central Mineira, Jequitinhonha, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce, Triângulo Mineiro, Metropolitana, Oeste de Minas, Zona da Mata, Sudoeste de Minas e Campo das Vertentes. Com toda extensão de seu território coberto pelos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga (IBGE, 2019). A Indicação Geográfica Campo das Vertentes se distingue da denominação utilizada pelo IBGE, pois, leva em consideração quesitos sociais, culturais e históricos, e está associada em maior parte a Mata Atlântica e à ecótonos de Cerrado e Mata Atlântica (Banco de dados do Laboratório de Geoprocessamento/EPAMIG-Sul, 2023)

O Cerrado Brasileiro possui área coberta pelo domínio de aproximadamente 2.045.064 km² (MACHADO *et al*, 2004). Segundo o IEF, em Minas Gerais, a paisagem transita para Cerrado ao sul e a oeste, já para leste transita para Mata Atlântica. A vegetação do cerrado engloba formações florestais, savânicas e campestres. Sendo muito conhecido como savana brasileira, o termo refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre gramas, sem um dossel formado de maneira contínua ou descontínua. Possui 11 fitofisionomias, sendo elas: Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Rupestre, Parque Cerrado, Palmeirais, Vereda, Cerrado sentido restrito, Cerradão, Mata Seca, Mata de Galeria e Mata Ciliar (RIBEIRO & WALTER, 1998). A maior distribuição de flora se encontra nas formações savânicas, seguidas por formações florestais ou campestres (WALTER, 2006). A riqueza de espécies do Cerrado é abundante, com uma grande variedade de espécies faunísticas e florísticas, sendo: 7000 espécies de plantas com 44% de endemismo, 199 espécies de mamíferos com 9,5% de endemismo, 837 espécies de aves, com 3,4% de endemismo, 180 espécies de répteis, com 17% de endemismo, 150 espécies de anfíbios, com 28% de endemismo e 1200 espécies de peixes com número desconhecido de endemismo (KLINK & MACHADO, 2005). Myers *et al*, (2000), considera o Cerrado Brasileiro como um dos 25 *hotspots* mundiais, ou seja, local crítico para a conservação, devido à sua grande taxa de endemismo.

Também considerada um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, a Mata Atlântica se apresenta como um dos principais na lista, estando à frente do bioma Cerrado, pois, mesmo

compreendendo uma quantidade de ocupação pequena em relação a outros biomas no mundo, a Mata Atlântica apresenta ainda alta taxa de endemismo de plantas e vertebrados (MYERS *et al.*, 2000). Citado por SOS Mata Atlântica, a Mata Atlântica se estende por: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí. Segundo o Governo Federal do Brasil, as formações florestais presentes na Mata Atlântica são: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste. A expressão Mata Atlântica vem da ideia da proximidade da floresta com o oceano Atlântico, sendo que essa formação denota sua exuberância e grande umidade do ar dos ventos marinhos que precipitam em forma de chuva na costa (GUEDES *et al.*, 2005). A Mata Atlântica apresenta 1.227.600 km² de extensão original, sendo que atualmente apresenta apenas 7,5% de vegetação original (MYERS *et al.*, 2000).

2.2 Tendências de Transformação no Bioma Mata Atlântica e Cerrado: Desafios e Perspectivas para a Sustentabilidade

Apesar da complexidade envolvendo o bioma Mata Atlântica, o histórico de altas taxas de desmatamento e a conseqüente diminuição da biodiversidade motivam, quase que exclusivamente, investigações e medidas voltadas diretamente para a conservação da fauna e flora do bioma (SANTOS *et al.*, 2020). A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma do Brasil e a segunda maior floresta tropical pluvial do continente americano, com uma área original de aproximadamente 1.360.000 km². Estende-se desde o litoral do Nordeste até o Rio Grande do Sul (CARDOSO, 2016). Myers *et al.*, (2000), classificam a Mata Atlântica entre as 25 áreas de maior importância em termos de conservação (um hotspot) devido à sua vasta diversidade e ao alto número de espécies endêmicas, bem como ao processo acelerado de fragmentação do bioma e à subseqüente perda de cobertura vegetal. Na Mata Atlântica, o crescente aumento de população e como conseqüência o aumento de áreas destinadas a agricultura, pecuária, expansão urbana e silvicultura causaram o desmatamento no bioma (SANTOS *et al.*, 2020).

A ocupação do espaço original do bioma Cerrado aconteceu de diferentes formas e possivelmente se iniciou com a abertura de área de pastagem para gado de corte que culminou como principal causa no desmatamento do Cerrado. Entretanto, uma outra tendência seria causadora de ameaças ao Cerrado, monoculturas, que por sua vez, se multiplicam de maneira

muito rápida. Com uma estimativa de destruição completa do bioma no ano de 2030, caso as tendências continuem causando uma perda anual de 2,2 milhões de hectares de áreas nativas (MACHADO *et al*, 2004).

Em Minas Gerais, o Cerrado é o maior bioma. Dos 32,9% de vegetação nativa que restam no estado 20,5% pertence o bioma Cerrado (IEF, 2022). Cerca de metade da vegetação natural do Cerrado foi transformada em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos. As pastagens com espécies exóticas cobrem aproximadamente 500.000 km² e monoculturas são 100.000 km² (KLINK & MACHADO, 2005). É significativo observar que em uma escala ampla, a vegetação do Cerrado se apresenta em manchas ou fragmentos naturais, que intercalam e estão vinculadas à conectividade de manutenção de fisionomias às quais estão associadas. Essas diferenças normalmente são padronizadas de maneira recorrente, o que facilita estratégias de conservação e manejo que por sua vez considerem a vastidão do bioma (SCARIOT, SOUSA-SILVA & FELFILI, 2005).

A fragmentação de habitats pode ocasionar profundas mudanças nas populações vegetais, manifestando-se em alterações nas estruturas populacionais, modificações nos padrões de sucesso reprodutivo, e aumento do risco de extinção para diversas espécies que habitam os fragmentos (NASCIMENTO, 2007). A resposta das espécies aos distintos padrões de fragmentação ambiental varia (NASCIMENTO, 2007). Ambientes fragmentados isolados apresentam, tanto em suas bordas quanto em seus interiores, temperaturas extremas (máximas e mínimas) e, no caso da umidade do ar, extremos mínimos também são observados (ROSSI, 2016). As bordas podem ocorrer de forma natural, marcando a transição entre características e componentes locais, ou podem ser formadas por ação antrópica, exibindo limites claramente definidos (AQUINO E MIRANDA, 2008). Turner & Corlett (1996) afirmam que países tropicais frequentemente possuem fragmentos de florestas isolados, dispersos, pequenos, com menos de 100 hectares e altamente perturbados. Na paisagem do Cerrado em Goiás, fragmentos estão distribuídos de forma desigual, agrupando-se de maneira isolada entre extensas áreas de monoculturas e/ou pastagens, resultando em fragmentos que não sustentam populações de animais de grande porte (CUNHA, FERREIRA & BRANDÃO, 2007).

No âmbito da fauna, a fragmentação limita o deslocamento de espécies florestais, reduz o fluxo gênico de grupos animais e vegetais, e diminui as populações de espécies especialistas (CORRÊA & LOUZADA, 2010). Embora a recomendação seja disponibilizar fragmentos florestais com mais de 80 hectares para a manutenção da fauna, o histórico de expansão agrícola sobre o Cerrado levanta desafios. A fiscalização ambiental e a implementação de planos devem

ser focadas, sobretudo, nas áreas de cultivo que englobam fragmentos nativos (CORRÊA & LOUZADA, 2010).

Para mitigar os efeitos da fragmentação, recomendações práticas incluem a análise de paisagem para preservar áreas grandes e contínuas, manutenção ou restauração de conexões naturais, minimização de efeitos de borda, evitar a fragmentação e isolamento, manutenção de manchas pequenas como refúgios, identificação de rotas de migração, preservação da vegetação nativa, controle de invasões de espécies exóticas, implementação de manejo ativo para a flora e fauna nativas (AQUINO E MIRANDA, 2008).

Reconhecendo e considerando o conhecimento sobre o ecossistema, torna-se possível compreender as problemáticas associadas à modificação da paisagem, impactando a diversidade, ciclos hidrológicos, e ciclagem de nutrientes. Assim, recomendações de proteção e implementação de políticas públicas tornam-se indispensáveis (KLINK & MACHADO, 2005).

2.3 Código Florestal Brasileiro: Reserva Legal e Cadastro Ambiental Rural na Conservação Rural

O Código Florestal Brasileiro, Lei Nº 12.651, promulgado em 25 de maio de 2012, representa uma legislação abrangente que estabelece normas fundamentais para a proteção da vegetação, áreas de preservação permanente (APPs), e regulamenta o uso do solo em propriedades rurais. Dentre os principais aspectos contemplados, destacam-se as disposições relativas à Reserva Legal (RL) e ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), ambos cruciais para a gestão ambiental e sustentabilidade no contexto rural.

A Reserva Legal é conceituada como a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, destinada a assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, promover a conservação e reabilitação dos processos ecológicos, e proporcionar abrigo e proteção a fauna e flora nativas. Os percentuais mínimos de Reserva Legal variam conforme a região do país e o bioma em questão, estabelecendo-se como instrumento essencial para a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

O Código Florestal reforça a importância da localização preferencial da Reserva Legal dentro do mesmo imóvel rural. Contudo, permite o deslocamento para compensação em outra área, desde que pertencente ao mesmo bioma. A legislação também viabiliza a exploração sustentável da Reserva Legal, possibilitando práticas como o manejo florestal, ecoturismo e pesquisa científica, desde que observados os critérios legais.

Criado pela Lei Nº 12.651/2012, na esfera do Sistema Nacional de Informações Ambientais (SINIMA) e regulamentado pela Portaria Normativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 2, de 05 de maio de 2014, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, e tem a finalidade de consolidar as informações ambientais dos imóveis rurais, com referência às Áreas de Proteção Permanente (APP), Uso Restrito, Áreas de Reserva Legal, Fragmentos Florestais e outras formas de vegetação nativa, constituindo um banco de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

A integração entre CAR e Reserva Legal é evidente, sendo o primeiro uma peça-chave para a identificação e delimitação da segunda. Além disso, o CAR emerge como facilitador para a adesão aos Programas de Regularização Ambiental (PRA), fornecendo uma via eficaz para que os proprietários possam regularizar suas áreas de Reserva Legal conforme os critérios estabelecidos pelo Código Florestal.

2.4 Serviços Ecossistêmicos e Ambientais

A busca por um modo de vida mais sustentável e sensato requer compreensão sobre como a vida na Terra se desenrola, tanto no presente quanto no passado. Nesse contexto, destacam-se três princípios da sustentabilidade ou ensinamentos da natureza que orientam em direção a uma existência mais equilibrada (MILLER & SPOOLMAN, 2012). Esses princípios são:

Dependência da Energia Solar: A entrada de calor no planeta impulsiona a fotossíntese, um processo complexo vital para a reprodução e sobrevivência da maioria dos organismos. Animais, plantas e alimentos dependem diretamente da energia solar, que, de maneira indireta, também alimenta outras formas de energia, como vento e água corrente (MILLER & SPOOLMAN, 2012).
--

Biodiversidade: Engloba a notável variedade de organismos e sistemas naturais, onde a interação entre eles ocorre. A biodiversidade fornece serviços naturais essenciais, como renovação do solo, purificação do ar e controle biológico. A vasta diversidade de espécies é fundamental para a adaptação da vida na Terra a mudanças ambientais (MILLER & SPOOLMAN, 2012).
--

Ciclagem Química: Conhecida como ciclagem de nutrientes, essa circulação de compostos químicos através de organismos, seguida pelo retorno desses elementos ao ambiente, é essencial para a vida terrestre. Para sustentar a vida na Terra, a ciclagem deve ocorrer indefinidamente. Sem ela, não haveria ar, água, solo ou vida (MILLER & SPOOLMAN, 2012).

Durante vinte anos, trabalhos científicos sobre como a perda de biodiversidade e sua influência no desempenho de funções e como consequência os impactos que essa perda pode causar sobre os serviços ecossistêmicos foram examinados por Cardinale et al. (2012). Seis evidências sobre a perda de biodiversidade foram relatadas, sendo elas: 1). Existem evidências de que reduz a eficiência das comunidades ecológicas para conseguirem captar recursos biologicamente essenciais, como a energia solar, transformar energia, ou seja, ciclagem de nutrientes, decomposição e energia primária. 2) O aumento da estabilidade das funções ecossistêmicas ao longo do tempo está ligado ao aumento da biodiversidade. 3) O impacto da biodiversidade em um sistema não segue uma linha e tende a saturação. Pequenas perdas na biodiversidade vão ter impacto pequeno no funcionamento total do sistema, entretanto, perdas constantes e aumentos das perdas podem impactar o sistema. 4) Comunidades diversas são mais produtivas pois possuem espécies-chave que exercem forte influência, na produtividade da comunidade. E a grande diferença entre os organismos em suas características, aumentam a captura total de recursos. 5) A perda de biodiversidade ao longo de níveis tróficos tem potencial maior de influência de funções ecossistêmicas que dentro de um nível trófico. 6). Os organismos possuem características funcionais, impactam de maneira elevada na magnitude de funções ecossistêmicas. Sendo assim, a perda da diversidade de organismos causa a perda de algumas funções ecossistêmicas (CARDINALE *et al*, 2012).

O Comitê da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, sigla em inglês), em seu relatório *Ecosystems an Human Well-Being*, conceituam serviços ecossistêmicos como: Benefícios que são fornecidos pelo ecossistemas, tais como: Serviços de provisão (Alimentos, água, madeira, fibras e recursos genéticos), Regularização de serviços (Regulação do clima, inundações, doenças, qualidade da água e polinização), Serviços culturais (Lazer, espiritual, religioso, e benefícios não materiais) e Serviços de apoio (formação de solo, formação primária e ciclagem de nutrientes) (MEA, 2005). O conceito de serviços ecossistêmicos surgiu em 1998, associado às áreas de biologia evolucionária, estudos urbanos, ciências ambientais, ecologia, biodiversidade e conservação, e fortemente associado à economia (VEZZANI, 2015).

Segundo o Comitê da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA) e o programa de pesquisa A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (TEEB, sigla em inglês), existem definições para os serviços ecossistêmicos e suas descrições. A seguir, com o intuito de ser fiel à caracterização e definição, segue uma compilação de informações a partir de MEA (2005) e TEEB (2010):

O Quadro 1 apresenta as definições compiladas pelo autor com informações para definição de serviços ecossistêmicos a partir do conhecimento publicado pelo MEA (2005) e TEEB (2010):

Quadro 1: Definições do Comitê da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA) e Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade TEEB (2010).

Serviços Ecossistêmicos	Descrição
Serviços de Provisão	Descrevem os resultados materiais ou de energia provenientes dos ecossistemas. Incluem alimentos, como cultivos naturais ou agrícolas, e matérias-primas para construções e combustíveis. Águas subterrâneas e superficiais também são consideradas serviços de provisão, assim como recursos medicinais, como plantas utilizadas na produção de insumos farmacêuticos e remédios tradicionais.
Serviços de Regulação	Atuam como reguladores, controlando a qualidade do solo e do ar, além de contribuir para o controle de doenças e inundações. Ecossistemas desempenham papel fundamental na regulação local do clima e da qualidade do ar, auxiliando na quantidade de chuva e na redução de poluentes. Outros serviços incluem o sequestro e armazenamento de carbono, a mitigação de eventos extremos e o controle biológico de pestes e vetores de doenças.
Serviços de Suporte	Sustentam outros serviços ecossistêmicos. Fornecem habitat e espaço para uma diversidade de espécies, incluindo plantas, animais, fungos e microrganismos. Esses habitats são essenciais para a sobrevivência de várias espécies, incluindo as migratórias. Além disso, contribuem para a manutenção da diversidade genética, crucial para o patrimônio genético e a continuidade da vida natural.
Serviços Culturais	Relacionados a benefícios não-materiais obtidos pelo contato com os ecossistemas. Incluem benefícios estéticos, psicológicos e espirituais/religiosos. O turismo natural pode ser uma fonte econômica significativa. Paisagens naturais em cenários urbanos impactam positivamente a saúde mental e física. A língua, o conhecimento, a contemplação e as representações em artes e religiões também são elementos culturais ligados à natureza.

Fonte: MEA (2005) e TEEB (2010).

O termo pagamento por serviços ecossistêmicos conceitualmente é o pagamento por um serviço ecossistêmico de um local onde não houve interferência humana, ou seja, ambientes naturais. Já o termo pagamento por serviços ambientais, advém de serviços ambientais providos de ambientes manejados (SOUSA & MIURA, 2022). No Brasil, o Programa Produtor de Água, tem foco no controle da poluição difusa rural, de forma prioritária a bacias hidrográficas de importância estratégica para o país. A ideia é reduzir a erosão, melhorar a qualidade da água e aumentar a vazão dos rios (ANA, 2008). Todavia, a inserção do ambiente como variável econômica, é um processo político complexo, pois envolve mudar concepções de interesses econômicos vinculados a meios de produção convencionais. Assim as problemáticas ambientais são mais abstratas e imperceptíveis para a população do que problemáticas sociais, políticas e econômicas. Dessa forma inserir questões ambientais dentro da política se torna menos interessante (PARRON *et al*, 2015).

2.4.1 Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

A habilidade do ser humano de manejar áreas intencionalmente, a fim de manter, recuperar ou até ampliar processos e componentes ecossistêmicos, leva ao conceito de serviços ambientais. Esse conceito é definido como benefícios humanos provenientes de paisagens rurais ou de ecossistemas ativamente geridos por meio da adoção de práticas sustentáveis. Nas últimas décadas, tem se popularizado em todo o mundo um instrumento de incentivo econômico destinado a estimular a conservação dos ecossistemas, denominado pagamento por serviços ambientais (PSA). Os serviços ambientais mais comumente abordados nos esquemas de PSA são carbono, água, biodiversidade e beleza cênica (COELHO, 2021; MURADIAN, 2010; WUNDER, 2007).

O PSA se distingue dos instrumentos convencionais de política ambiental de comando e controle, uma vez que incorpora os princípios do usuário-pagador e provedor-recebido. De acordo com esses princípios, aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais devem arcar com os custos associados, enquanto aqueles que contribuem para a geração desses serviços devem receber compensações adequadas por seu papel na prestação desses serviços (PAGIOLA *et al.*, 2013). Nos últimos dez anos, houve um aumento significativo nas iniciativas de PSA no Brasil, especialmente com ênfase na conservação da biodiversidade, estoque de carbono e recursos hídricos. O bioma Amazônia se destaca na conservação da biodiversidade e do estoque

de carbono, enquanto os biomas Mata Atlântica e Cerrado se destacam na conservação da água, impulsionados pelo Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA) (PRADO *et al.*, 2022).

Fernandes *et al.* (2022), destaca em seu trabalho o PSA como estratégia para fortalecimento da Agricultura Familiar. Ressaltam a importância do entendimento, do engajamento e da participação dos agricultores como elementos essenciais para o sucesso e a efetividade de programas voltados ao desenvolvimento sustentável. A organização dos agricultores e o cooperativismo são apontados como fatores que fortaleceriam a agricultura familiar fruticultora. É fundamental destacar que o apoio financeiro previsto nos programas é crucial para garantir a continuidade das atividades. A subvenção concedida aos agricultores, para que continuem a desenvolver a fruticultura com maior sustentabilidade nas propriedades, é um dos principais impulsionadores do sucesso dos programas até o momento (FERNANDES *et al.*, 2022).

2.5 Geotecnologias na Avaliação de Serviços Ambientais: Uma Abordagem com Enfoque no Quantum GIS

Existe a necessidade de um leque de ideias inovadoras para contemplar e proteger ecossistemas, promovendo a contínua provisão de serviços gerados, para alcançar bem-estar humano e bom aproveitamento econômico (BALVANERA & COTLER, 2007).

Na década de 90, percebeu-se grande tendência de estudos em questões ambientais, sendo que naquele momento, os pesquisadores buscavam maneiras de amenizar e recuperar a degradação ambiental. Os estudos de geografia física foram desenvolvidos a geossistemas que visam associar natureza, sociedade e economia, tendendo a aproximação com outras subáreas da geografia, que assim, conseguem auxiliar na recuperação, conservação e monitoramento de ambientes (GREGÓRIO, 2007; AQUINO & VALLADARES, 2013).

Atualmente, observa-se um crescente reconhecimento, tanto por parte da população quanto das iniciativas pública e privada, de que os serviços ecossistêmicos e suas funções desempenham um papel fundamental na construção de uma qualidade de vida humana satisfatória. Nessa perspectiva, é crucial compreender que os serviços ecossistêmicos representam resultados que conferem benefícios aos seres humanos e podem ser avaliados de maneira econômica (HÄYÄ *et al.*, 2015).

Seja necessário desenvolver sistemas e meios para quantificar/medir serviços ecossistêmicos e as maneiras de pagar pelos mesmos, por manter e manejar o local para o

ecossistema desempenhar suas funções naturais (VEZZANI, 2015). Em centros urbanos, os serviços ecossistêmicos estarão associados a áreas arborizadas, apesar das cidades ainda não incluírem em seu planejamento a valoração de serviços de forma monetária, apenas quantitativa (MUÑOZ & FREITAS, 2017).

Segundo o MEA (2005), a maioria das mudanças que aconteceram nos ecossistemas que aconteceram resultaram do aumento dramático na demanda por alimentos, água, madeira, fibras e combustível, ocasionando mudança irreversível na biodiversidade do planeta. De acordo com TEEB (2010) as florestas estão em maior evidência na busca por corrigir as falhas do mercado para valorizar a biodiversidade e os ecossistemas, utilizando pagamento por serviços ecossistêmicos (PSE, sigla em inglês). A ideia do PSE segundo TEEB (2010) é de que os proprietários ou comunidades sejam pagos por práticas que conservem as florestas intactas, mantendo assim, mantendo os serviços que seus ecossistemas proporcionam. Projetos de PSE podem ter dificuldades para se estabelecer em comunidades ou propriedades, visto a variedade de razões ecológicas, políticas e sociais. Contudo, pode ser um mecanismo importante para conservar ou melhorar os serviços ecossistêmicos e possivelmente gerar subsídio extra para a comunidade ou proprietário (INGRAM *et al*, 2014).

Em uma avaliação de ecossistemas que possam ou não receber pagamentos por serviços ecossistêmicos e ambientais ou não para a humanidade, a proposição é a definição de indicadores ecológicos que facilitam o entendimento e a comunicação no complexo sistema humano-ambiente (MÜLLER & BURKHARD, 2012). Uma outra perspectiva, é a de compensação, visto que muitas vezes um serviço é prestado à custa da degradação de outro. O que temos de mais comum dessa situação é o aumento do serviço de provisão de alimentos, fibras e madeira, que é resultante do aumento de produtividade e intensificação da produção agrícola, que por sua vez compromete a biodiversidade e consequentemente os serviços ecológicos (VEZZANI, 2015).

As geotecnologias (softwares) emergem como uma ferramenta fundamental para detecção e monitoramento de questões ambientais. Sua notável capacidade de analisar temporalmente atividades antrópicas, combinada com a habilidade de quantificar, identificar e localizar ações que possam impactar o equilíbrio ambiental. Entre as diversas opções de softwares para análise tecnológica, o Quantum GIS (QGIS) se sobressai (AQUINO & VALLADARES, 2013). O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) gratuito, ou seja, de código aberto. Funcionando em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android. O mesmo suporta vários dados vetoriais, dados raster e formatos e funcionalidades de banco de dados. O QGIS dispõe de busca, edição e criação de formatos ESRI shapefiles, dados espaciais em

PostgreSQL/PostGIS, vetores e rasters GRASS, ou ainda GeoTiff. O QGIS pode ainda suportar extensões e acesso a módulos do GRASS, que por sua vez permite visualizar mapas do GRASS de maneira simultânea com dados SIG em outros formatos (QGIS, 2023). Pinto (2020), constatou em seu trabalho evidências que as geotecnologias têm a capacidade de proporcionar informações relevantes acerca dos imóveis rurais. Nesse contexto, observa-se a presença de diversas ferramentas, entre elas, softwares livres, imagens de satélites de alta resolução espacial e temporais gratuitas, além de plataformas de dados online que oferecem uma extensa gama de camadas de dados vetoriais úteis para obtenção de dados e informações que auxiliem na conservação.

3. OBJETIVO GERAL

Identificar e quantificar propriedades cafeeiras na região da Indicação Geográfica Campo das Vertentes, MG, por meio do uso de geotecnologias com potencial para receber por Pagamento por Serviços Ambientais.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Determinar a quantidade de propriedades cafeeiras no município de Santo Antônio do Amparo que possuem área de Reserva Legal, Vegetação Nativa ou Olho d'água próximo a lavoura de café.

Avaliar a quantidade de propriedades cafeeiras no município de Santo Antônio do Amparo que podem receber Pagamentos por Serviços Ambientais

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de Estudo

O estudo foi conduzido no município de Santo Antônio do Amparo, localizado na região da Indicação Geográfica Campo das Vertentes, no estado de Minas Gerais, latitude 20° 56' 45" S e longitude 44° 55' 08" O (PREFEITURA SANTO ANTÔNIO DO AMPARO, 2023), com área territorial de 488.885 km² e população de 17.285 pessoas (IBGE, 2022). A região apresenta

relevo de terras onduladas e montanhosas, com altitude de 990m (IBGE, 2023; PREFEITURA SANTO ANTÔNIO DO AMPARO, 2023). A relação entre a vegetação e o relevo é intrínseca. Nas áreas mais acidentadas e montanhosas, originalmente, havia presença significativa de florestas; essas florestas no município são escassas, tendo sido em grande parte convertidas em pastagens e plantações de café. No bioma do cerrado, observamos duas formas distintas de vegetação: uma mais densa, caracterizada por árvores decíduas e semidecíduas, que perdem suas folhas, e outra forma menos densa, marcada por árvores de troncos retorcidos e cascas espessas. Já nas áreas de campos, a vegetação é menos robusta, predominando arbustos e gramíneas. Nas áreas de várzeas, encontra-se mata ciliar, formada por um conjunto restrito de árvores ao longo dos rios, além do capim nativo dessas regiões (IBGE, 2023).

O clima, definido como Tropical de Altitude Cwb, apresenta características de temperado úmido, com verões quentes e invernos secos. O mês menos chuvoso registra uma precipitação de 15 mm, enquanto o mês mais chuvoso atinge 350mm. A temperatura média no mês mais quente é inferior a 22,0 °C, e no mês mais frio a 14,0 °C, com média anual de 18,8 °C (INMET, 2020). Definido como Tropical de Altitude Cwb (PREFEITURA SANTO ANTÔNIO DO AMPARO, 2023). O tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2018). Com o maior tipo de uso de solo sendo outros tipos, entretanto, com a cultura do café com raízes culturais, históricas e econômicas bem estabelecidas (Banco de dados do Laboratório de Geoprocessamento/EPAMIG-Sul. 2023).

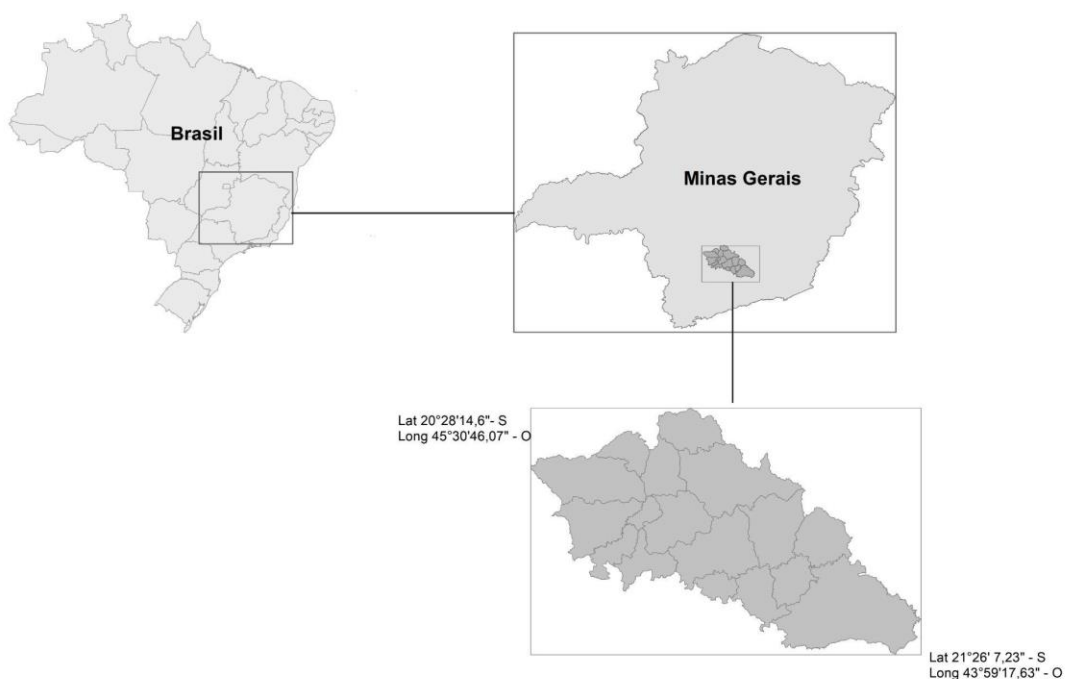
A região do Campo das Vertentes é Indicação Geográfica (IG), na modalidade de Indicação de Procedência (IP) para o produto café, que representa uma proteção e garantia ao consumidor, confirmando a autenticidade do produto e suas características vinculadas à origem. A necessidade de valorização de produtos específicos por meio da IG consolidou-se à medida que produtores, comerciantes e consumidores perceberam qualidades distintivas em itens de determinadas localidades, atribuíveis à sua origem geográfica. Para evitar fraudes, começaram a denominar esses produtos com o nome geográfico que indicava sua procedência. Bens que exibem qualidade diferenciada, resultante das complexas interações com o ambiente, recebem um certificado de garantia atestando sua origem e passam por um rigoroso controle de qualidade (EMBRAPA, 2021; INPI, 2022).

A área da Indicação Geográfica do Campo das Vertentes abrange 17 municípios e se destaca por planaltos com altitudes variadas. O clima ameno, com verões frescos e chuvosos e invernos frios, favorece a produção de café conhecido pela sua doçura, corpo equilibrado e notas de chocolate e nozes. A IG destaca-se como um sinal que indica a origem geográfica do produto, sendo exclusivamente utilizado pelos produtores e prestadores de serviços da região

(EMBRAPA, 2021; INPI, 2022). Indicação de Procedência Campo das Vertentes foi aprovada para café em grão verde, café torrado em grão e moído.

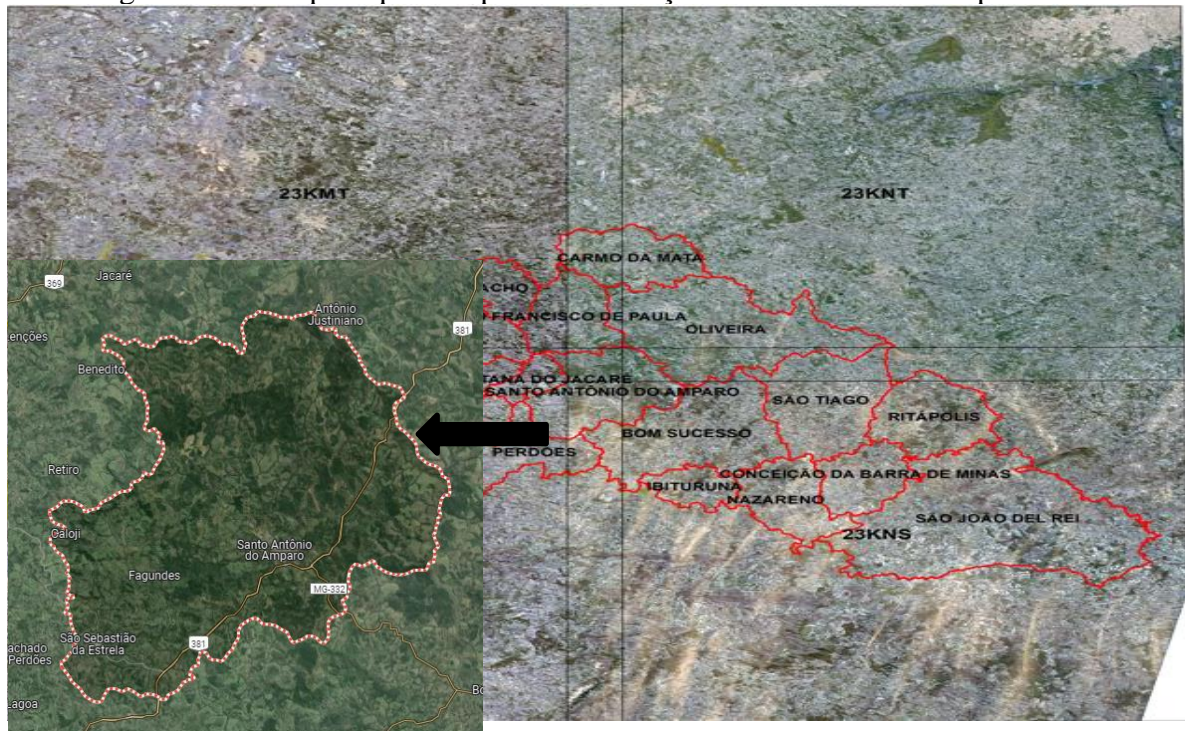
As figuras 1 e 2 apresentam os mapas de localização da IP e seus respectivos municípios. Com destaque para Santo Antônio do Amparo, que está inserido dentro da IP e é o município piloto deste trabalho.

Figura 1: Localização da Indicação de Procedência Campo das Vertentes.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Geoprocessamento/EPAMIG-Sul. 2023.

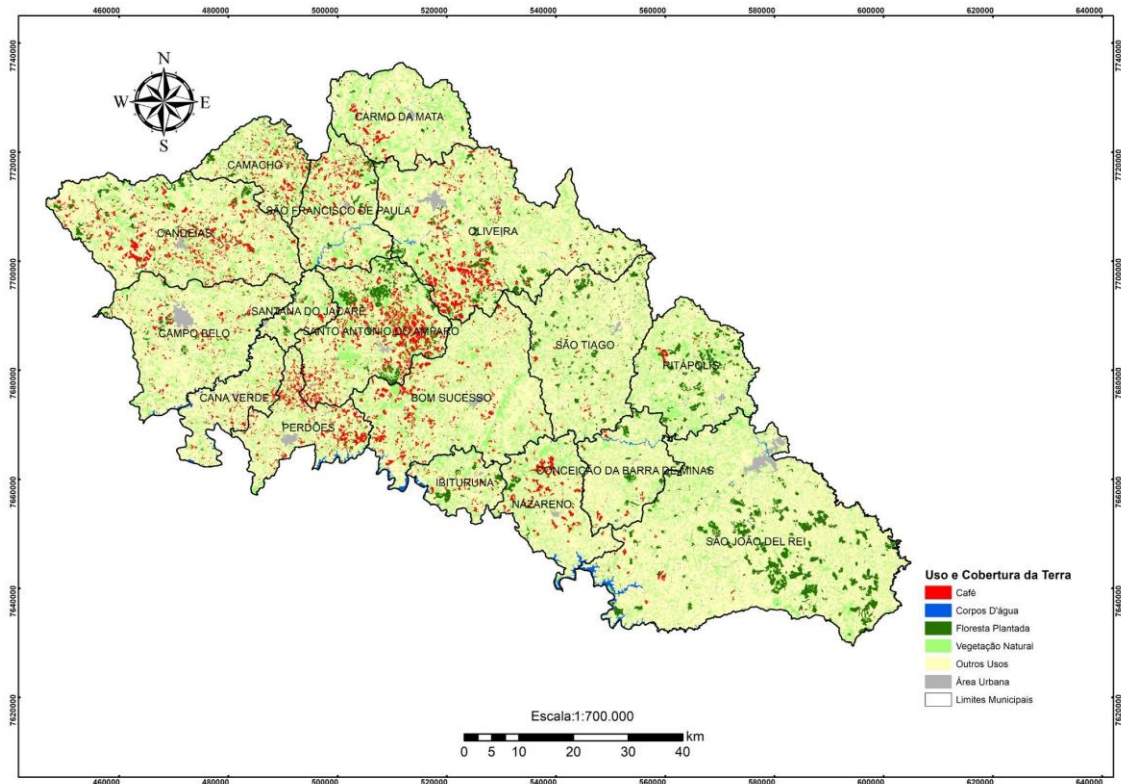
Figura 2: Municípios que compõem a Indicação de Procedência Campo das Vertentes.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Geoprocessamento/EPAMIG-Sul. 2023;
Google Maps, 2024.

A figura 3 apresenta as diferentes classes de uso de da terra na região da Indicação de Procedência Campo das Vertentes.

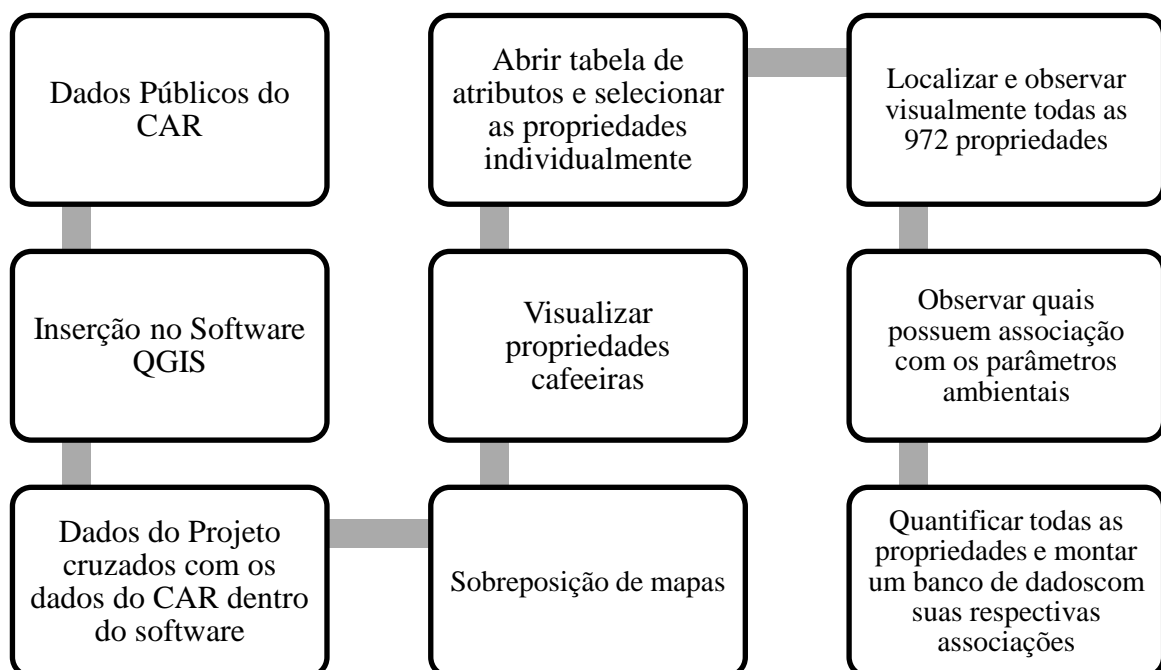
Figura 3: Uso e cobertura da terra.



Fonte: Banco de dados do Laboratório de Geoprocessamento/EPAMIG-Sul. 2023.

4.2 Metodologia de análise de dados

Figura 4: Fluxograma das etapas de análise de dados.



Fonte: Autor, 2024

Os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) referentes ao município de Santo Antônio do Amparo, abrangido pela Indicação de Procedência Campo das Vertentes, foram baixados dados do SICAR, com fonte original informada pelo proprietário utilizando um sistema integrado de software, ferramentas e técnicas que envolveram coleções de dados numéricos, iconográficos e cartográficos em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Após o download, os módulos de cadastro foram inseridos no software QGIS para quantificar e identificar propriedades com cafezais, bem como aquelas que possuíam áreas de Reserva Legal (RL), Vegetação Nativa (MN) e Olho d'água (AO) próximas às plantações. A distinção entre áreas naturais e plantadas baseou-se na apresentação de rugosidade, histórico da área, percepção de altura e presença repetida de indivíduos da mesma espécie arbórea, além da disposição efetuada pelos proprietários no momento do envio da documentação para o cadastro. Ressalta-se que as áreas descritas por Vegetação Nativa, são fragmentos isolados e não pertencentes a Reserva Legal. E o elemento Olho d'água estará sempre associado a algum outro elemento, visto que pode estar associado dentro de áreas de Reserva Legal ou áreas de fragmentos de Vegetação Nativa.

A identificação das áreas de RL, MN e AO pertencentes às propriedades com cafezais foi realizada por meio dos dados do CAR, que continham a inscrição do imóvel, permitindo a verificação da presença dessas áreas naquela inscrição. Essa identificação foi crucial para avaliar o potencial de pagamento por serviços ambientais (PSA) e fornecer informações valiosas para a conservação de ecossistemas e serviços ambientais pelos quais os produtores utilizavam.

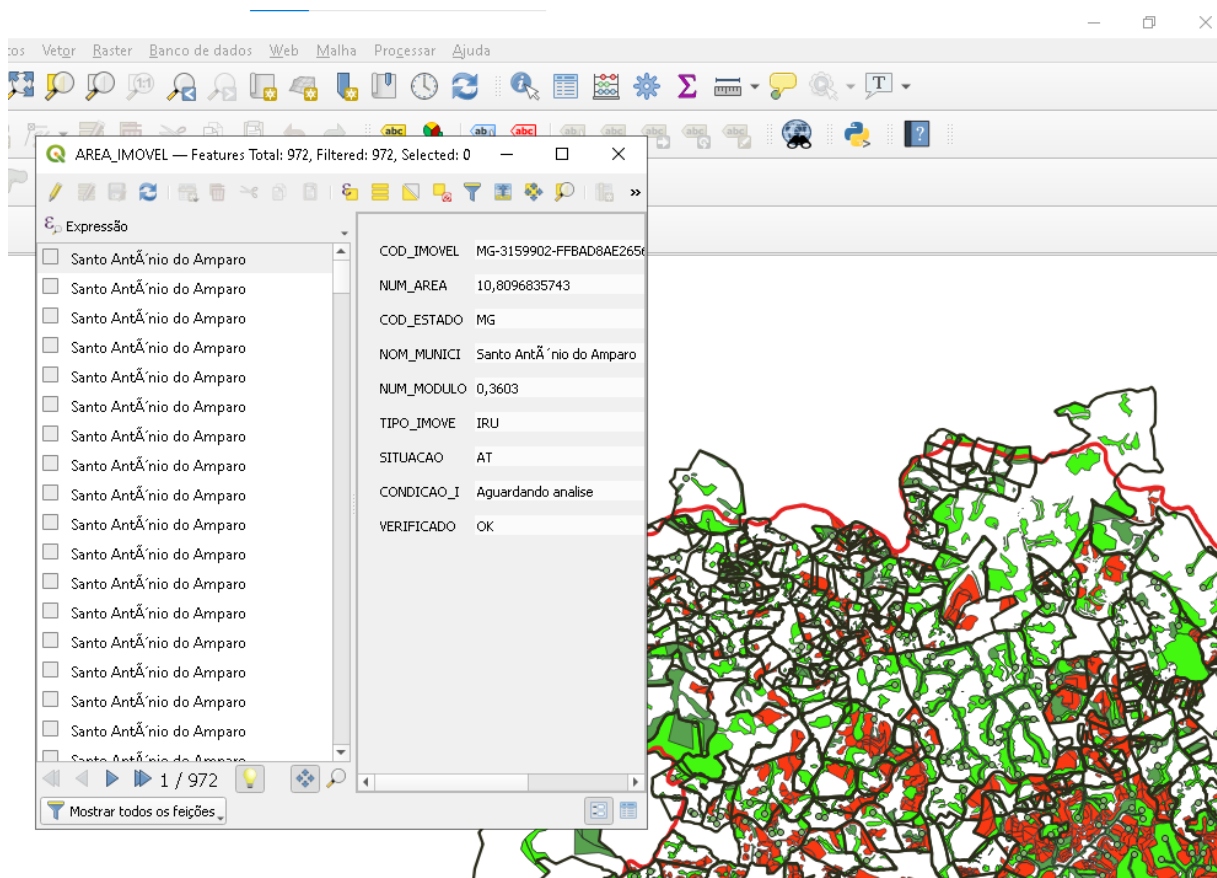
Em relação às áreas que possuíam RL, MN e AO nas propriedades, mas não estavam próximas às áreas plantadas, foram categorizadas como "sem associação". Já para os locais onde o cultivo de café estava próximo a essas áreas, mesmo que em tamanhos diferentes, foram denominados como "com associação", indicando potenciais para PSA. A análise foi realizada por interpretação visual, com duas camadas, sendo uma camada de dados do CAR e uma camada de dados das propriedades cafeeiras estudadas no projeto. As propriedades analisadas e consideradas "associadas", são propriedades que apresentaram visualmente uma conexão entre a cultura do café e a área de RL, MN e AO.

Dentro do software QGIS, todas as 972 propriedades foram analisadas individualmente, sendo selecionadas por meio de sua tabela de atributos. Ao cruzar dados do CAR com mapas e vetores do projeto "Caracterização ambiental da região do Campo das Vertentes de Minas Gerais para a Indicação Geográfica de cafés especiais," realizado pela Embrapa Café e

Consórcio Pesquisa Café, foi possível localizar propriedades com ou sem cultivos de café, sendo possível separar as propriedades cafeeiras das não cafeeiras. Importante mencionar que propriedades que possuíam RL, MN e AO fora de seus domínios foram classificadas como "sem associação".

A figura 5 apresenta a tabela de atributos dentro do software QGIS, onde foram selecionados individualmente todas as propriedades.

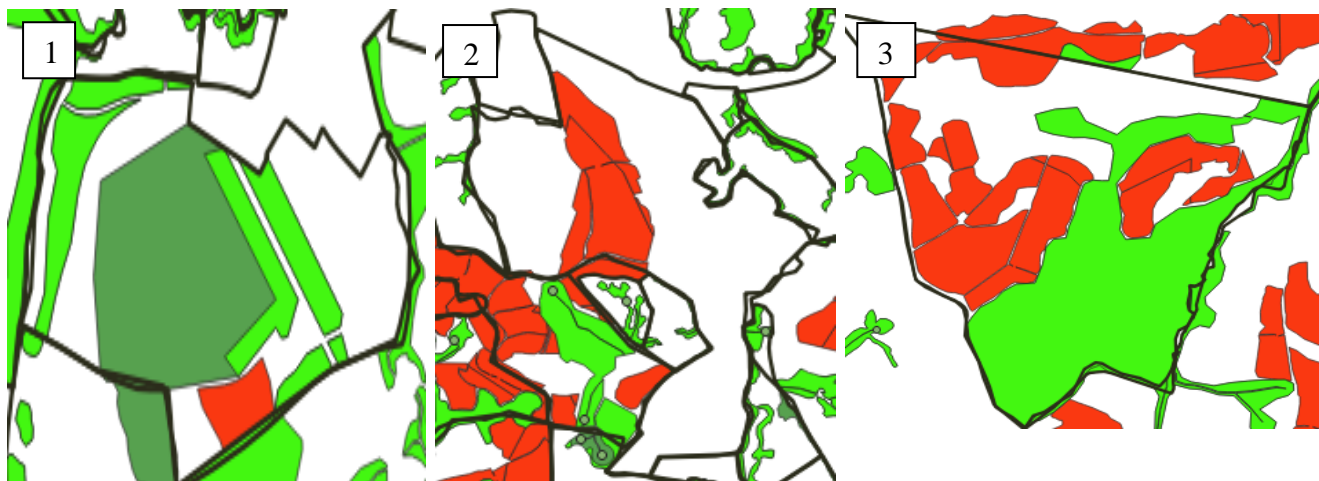
Figura 5: Tabela de atributos.



Fonte: Autor, 2023.

A figura 6 apresenta exemplos das propriedades analisadas. Sendo na cor verde limão as áreas de RL, na cor verde escura, áreas de MN e na cor vermelha, áreas de café.

Figura 6: Exemplos de propriedades analisadas.



Fonte: Autor, 2023.

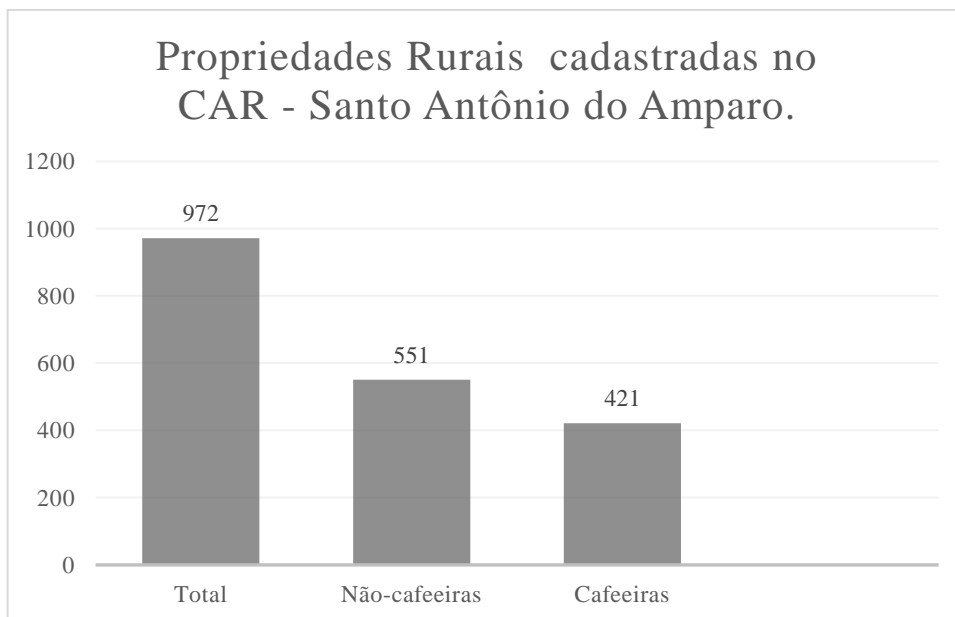
Sendo as propriedades delimitadas pelos traços na cor preta. No exemplo 1, é possível visualizar uma propriedade que possui associação de café, vegetação nativa e reserva legal. No exemplo 2, é possível visualizar uma propriedade que não possui associação, apenas contendo em sua área, na cor vermelha, a cultura do café. No exemplo 3, é possível visualizar a associação de café e reserva legal.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo realizado nas propriedades rurais, abrangendo um total de 972 propriedades rurais, apresenta uma análise detalhada da presença e associação de parâmetros como Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água, focando nas propriedades que produzem. Os resultados mostraram que, das propriedades analisadas, 421 são cafeeiras, enquanto 551 não estão envolvidas com a produção do café.

A figura 7 apresenta as propriedades rurais cadastradas no CAR e quais estão envolvidas com a cultura do café.

Figura 7: Propriedades Rurais cadastradas no CAR - Santo Antônio do Amparo.

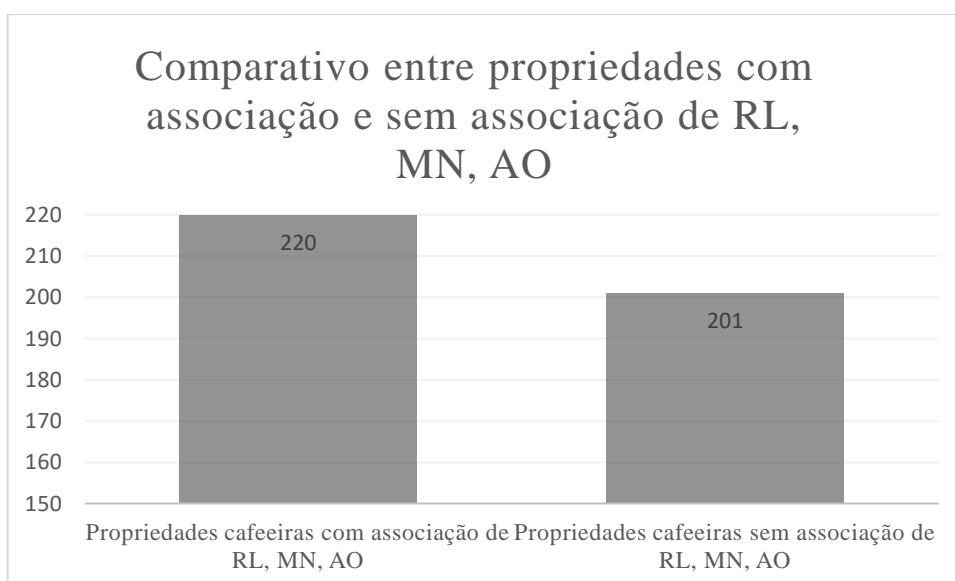


Fonte: Autor, 2023

Entre as 421 propriedades cafeeiras analisadas encontramos 220 com associação de Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água e 201 sem a associação com os fatores ambientais estudados.

A figura 8 apresenta as propriedades com e sem associação aos parâmetros ambientais estudados.

Figura 8: Comparativo entre propriedades com associação e sem associação de RL = Reserva Legal/ MN = Vegetação Nativa/ AO = Olho d'água.

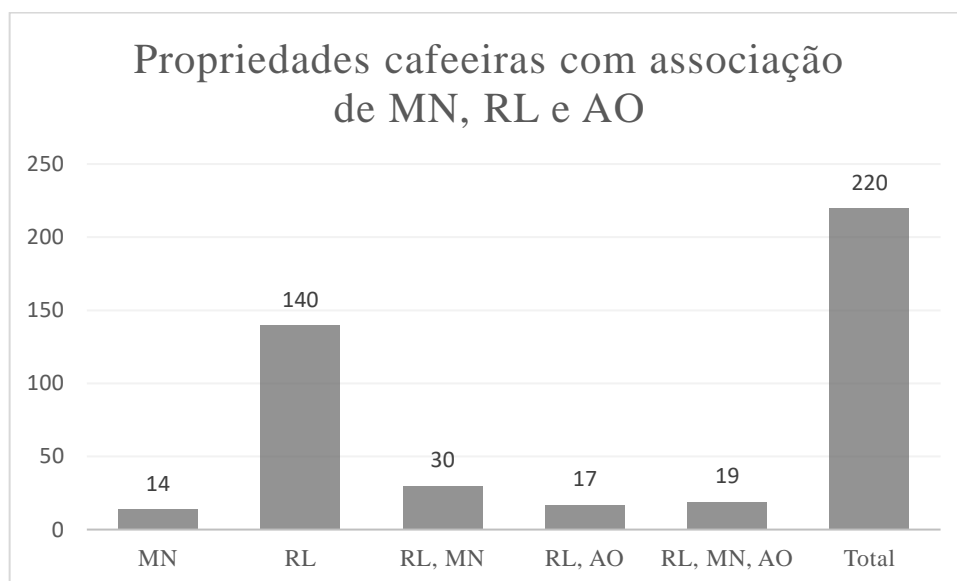


Fonte: Autor, 2023

Nas propriedades cafeeiras, é possível observar diferentes associações. Dentre elas a mais comum foi a associação da cultura do café com Reserva Legal que apresentou um total de 140 propriedades. Sendo a associação com Vegetação Nativa a menos comum, com um total de 14 propriedades, enquanto as propriedades com associação ao parâmetro Olhos d'água foram 36 propriedades. Algumas propriedades cafeeiras apresentaram mais de uma associação com os parâmetros ambientais, apresentando junções de Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água. Para Reserva Legal e Vegetação Nativa em associação ao cafeeiro, o total de 30 propriedades. Para Reserva Legal e Olho d'água, o total de 17 propriedades. Para a junção das três associações, Reserva legal, Vegetação Nativa e Olho d'água, 19 propriedades.

A figura 9 apresenta de maneira destrinchada as propriedades com associação aos parâmetros ambientais e suas respectivas quantidades.

Figura 9: Propriedades cafeeiras com associação de RL = Reserva Legal/ MN = Vegetação Nativa/ AO = Olho d'água.



Fonte: Autor, 2023

Um aspecto fundamental a ser considerado é a variação na associação das propriedades cafeeiras com elementos como Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água. Notavelmente, 220 propriedades cafeeiras destacam-se por possuir associação com essas características ambientais, enquanto 201 propriedades não possuem tal associação com o parâmetro ambiental. Destas 201 propriedades, notou-se que algumas não possuíam associação com os parâmetros

ambientais por distância, solo, geografia local, declividade, hidrologia. O restante, nem possuía áreas protegidas ou de vegetação nativa, sendo desta forma, descartadas do estudo.

Dentre as propriedades cafeeiras que apresentaram associação com as características ambientais, é interessante observar a diversidade nas combinações. A associação mais comum é aquela entre a cultura do café e a Reserva Legal, totalizando 140 propriedades. Por outro lado, a associação com Vegetação Nativa é menos comum, envolvendo apenas 14 propriedades.

Algumas propriedades apresentam múltiplas associações, como Reserva Legal e Vegetação Nativa (30 propriedades), Reserva Legal e Olho d'água (17 propriedades), e a combinação das três associações (19 propriedades).

Além dos resultados mencionados, é crucial considerar algumas limitações metodológicas do estudo. A exclusão de propriedades cafeeiras com Reserva Legal, Vegetação Nativa ou Olho d'água afastados da área plantada pode ter impactado os resultados, pois não considera o papel dessas áreas na sustentabilidade e ecossistema local.

O tamanho relativo da área plantada em comparação com a Reserva Legal e Vegetação Nativa também pode influenciar as conclusões. Algumas propriedades podem ter áreas significativas de reserva, enquanto outras podem ter áreas menores em comparação com a produção de café.

A identificação de propriedades não cadastradas no CAR levanta preocupações sobre a precisão dos dados, pois, algumas propriedades cafeeiras identificadas pelo projeto de mapeamento não estavam cadastradas no CAR.

Ao incorporar considerações legais, como a Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e a Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, isso proporcionaria aos produtores uma compreensão mais clara de seus direitos e responsabilidades em relação à conservação ambiental.

Os resultados obtidos abrangem de maneira geral todas as propriedades existentes no município de Santo Antônio do Amparo produtoras de café. Ao todo, foram obtidos dados favoráveis quanto à quantidade de propriedades com áreas de Reserva Legal, Vegetação Nativa ou Olho d'água próximas aos cultivos de café. Corroborando com as boas práticas adotadas por produtores de cafés no sul de Minas, citado também por Pereira *et al.*, 2013.

Uma verificação interessante foi a presença de 220 propriedades cafeeiras associadas a parâmetros ambientais denominados no CAR como Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água. Este número destaca a conscientização e a adoção de cumprimento da lei por parte dos produtores, reforçando as boas práticas observadas em estudos anteriores, como o trabalho de Pereira *et al.*, 2013.

O Pagamento por Serviços Ambientais nessas propriedades segundo a Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, com base em seus Artigos e nos resultados obtidos, dá-se pela conexão importante entre o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA), destacando a relevância de ações de conservação ambiental em áreas protegidas ou nativas e a participação dos produtores agrícolas nesse processo.

O Artigo 9º da lei nº. 14.119/2021 evidencia a elegibilidade dos imóveis privados para o provimento de serviços ambientais, que está intrinsecamente ligada à sua inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR). A inclusão das propriedades rurais no CAR é um requisito fundamental para a participação dos proprietários em programas de pagamento por serviços ambientais. A constatação de que 220 propriedades cafeeiras estão associadas a parâmetros ambientais no CAR evidencia a elegibilidade.

O Artigo 7º apresenta as ações promovidas pelo PFPSA, que incluem a conservação e recuperação da vegetação nativa, a melhoria da qualidade da água e o manejo sustentável de sistemas agrícolas. O que torna possível a inserção das propriedades analisadas perante a lei, uma vez que as 220 propriedades citadas neste trabalho contribuem para captura e retenção de carbono, conservação do solo, da água e da biodiversidade através de áreas associadas a seus plantios.

As propriedades que estão inseridas no município, devem praticar uma cafeicultura sustentável, citado no Artigo 22 da lei nº. 14.119/2021. Isso inclui seleção e preparo cuidadosos do solo, escolha adequada das variedades de café, manejo correto das plantas, colheita seletiva e processamento pós-colheita de qualidade. Além disso, é essencial conservar o ambiente, protegendo o solo, água e a biodiversidade, e promover práticas justas de trabalho e comércio. (ALIXANDRE *et al.*, 2020; FERREIRA, 2022).

A promulgação da Lei Nº 14.119/2021 trouxe consigo a oportunidade significativa do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para os produtores rurais, representando não apenas uma chance de contribuir ativamente para a conservação ambiental, mas também de obter benefícios financeiros. Para atender às exigências da Lei Nº 14.119/2021, é crucial iniciar o processo com uma identificação criteriosa de áreas elegíveis. Avaliar minuciosamente as áreas passíveis de receber PSA, considerando aspectos como Reserva Legal, áreas de Mata Nativa e fontes hídricas, conforme estabelecido pela lei, é o primeiro passo. A utilização de geotecnologias para mapear e quantificar essas áreas torna-se essencial para uma identificação precisa e eficaz. A próxima etapa envolve o Cadastro Ambiental Rural (CAR), onde é imperativo certificar-se de que todas as áreas envolvidas no programa estejam devidamente cadastradas. A atualização regular das informações no CAR é fundamental para refletir com

precisão as mudanças na propriedade, garantindo, assim, a integridade do cadastro e facilitando a transparência no processo de PSA. Na sequência, a elaboração de contratos claros e específicos se apresenta como um ponto crucial no caminho para obter os benefícios da Lei.

Delinear de maneira detalhada os compromissos do produtor em relação à conservação ambiental, incluindo metas mensuráveis e indicadores de desempenho para um monitoramento eficaz, é essencial para o sucesso do programa. A implementação de sistemas de monitoramento para acompanhar o cumprimento das metas estabelecidas e a geração regular de relatórios que evidenciem os serviços ambientais prestados compõem a fase de monitoramento e relatórios. Estas etapas são fundamentais para garantir a transparência e a prestação de contas, contribuindo para a eficácia do programa de PSA. Finalmente, a integração com a Lei Florestal (Lei Nº 12.651/2012) é vital. Harmonizar as ações de implementação do PSA com as exigências desta lei, especialmente no que diz respeito à Reserva Legal, é essencial para garantir uma conformidade legal integral.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo, abrangendo um amplo conjunto de 972 propriedades rurais em Santo Antônio do Amparo, oferece uma análise da associação entre características ambientais, como Reserva Legal, Vegetação Nativa e Olho d'água, e a produção de café.

Os resultados revelam uma notável diversidade de propriedades, com 421 propriedades dedicadas à cultura do café e 551 sem envolvimento direto nessa produção.

No entanto, é crucial ressaltar as diversas associações. Enquanto a associação com Reserva Legal é predominante (140 propriedades), a ligação com Vegetação Nativa é menos comum, envolvendo apenas 14 propriedades. Além disso, propriedades que apresentam múltiplas associações (Reserva Legal e Vegetação Nativa, Reserva Legal e Olho d'água, e a combinação das três associações) indicam uma abordagem multifacetada para a conservação ambiental, evidenciando a diversidade de estratégias que podem ser adotadas pelos produtores.

As limitações metodológicas, como a exclusão de propriedades com elementos ambientais afastados da área plantada, ressaltam a necessidade de considerar integralmente o papel dessas áreas na sustentabilidade local. A variação no tamanho relativo das áreas de Reserva Legal e Vegetação Nativa em relação à produção de café destaca a importância de avaliações mais detalhadas para compreender completamente o impacto ambiental das práticas agrícolas.

A identificação de propriedades não cadastradas no CAR enfatiza a necessidade de aprimorar os processos de registro e monitoramento. A incorporação das leis ambientais, especialmente a Lei Nº 14.119/2021, nas práticas dos produtores é essencial para fornecer direcionamento claro sobre os requisitos e benefícios do PSA, contribuindo assim para a conformidade legal e a promoção da conservação ambiental.

Este estudo oferece uma visão abrangente das práticas adotadas pelos produtores de café em Santo Antônio do Amparo, reforçando a conexão entre produção agrícola e conservação ambiental. Ao considerar as complexidades e limitações identificadas, os resultados fornecem uma base valiosa para futuras pesquisas e para orientar políticas sustentáveis na região.

REFERÊNCIAS

ACAVE. **Campo das Vertentes**. Disponível em: <https://acave.com.br/a-acave/documentos>. Acesso em: 29 fev. 2024.

ÁGUAS, Ana - Agência Nacional de. **Programa Produtor de Água**. Disponível em: http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Versão%202012%20%2001_10_12.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.

ALIXANDRE, Fabiano Tristão *et al.* **CAFEICULTURA SUSTENTÁVEL: BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS PARA O CAFÉ ARÁBICA**. Vitória: Incaper, 2020. 50 p.

AMPARO, Prefeitura de Santo Antônio do. Município de Santo Antônio do Amparo. Disponível em: http://stoamparo.web21f10.uni5.net/cont_pag1.asp?pag=45. Acesso em: 19 jan. 2024.

AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de; VALLADARES, Gustavo Souza. Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental. **Geografia**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 117-138, abr. 2013.

AQUINO, Fabiana de Gois; MIRANDA, Guilherme. Consequências Ambientais da Fragmentação de Hábitats no Cerrado. In: SANO, Sueli Matiko *et al.* **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. p. 383-398.

ASSESSMENT, Millennium Ecosystem. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington, Dc: Island Press, 2005.

ASSESSMENT, Millennium Ecosystem. **Guide to the Millennium Assessment Reports**. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/en/Synt%20hesis.html>. Acesso em: 16 maio 2023.

BALVANERA, Patricia; COTLER, Helena. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. **Gaceta Ecológica**, México, v., n. 84-85, p. 8-15, dez. 2007.

BIODIVERSITY, Teeb. The Economics Of Ecosystem And. **A economia dos ecossistemas e da biodiversidade**: uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do teeb. [S.L.]: Teeb, 2010.

BNDES. A cultura do café: 1961-2005. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2264/1/BS%2022%20A%20cultura%20caf%C3%A9_completo_P.pdf. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. **Código Florestal: Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 16 maio. 2023.

BRASIL. **Propriedade industrial: Lei LEI Nº 9.279, DE 14 DE MAIO DE 1996**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm . Acesso em: 12 janeiro. 2024.

BRASIL. **Pagamento por Serviços Ambientais: LEI Nº 14.119, DE 13 DE JANEIRO DE 2021** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114119.htm . Acesso em: 12 janeiro. 2024.

CAR. **CAR**. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: 29 maio 2023.

CARDINALE, Bradley J. *et al.* Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, [S.L.], v. 486, n. 7401, p. 59-67, 6 jun. 2012.

CARDOSO, Josiane Teresinha. A Mata Atlântica e sua conservação. **Encontros Teológicos**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 441-458, nov. 2016.

CLIMA, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areasprotegidasecoturismo/plataforma-cnuc-1>. Acesso em: 15 maio 2023.

COELHO, Nayra Rosa et al. Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 409-415, jun. 2021.

CONAB. Boletim Café janeiro 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafes/boletim-da-safra-de-caffe/item/22623-1-levantamento-de-caffe-safra-2024>. Acesso em: 20 jan. 2024.

CORRÊA, Bruno Senna; LOUZADA, Júlio Neil Cassa. Bioma cerrado, fragmentação florestal e relações ecológicas com a avifauna. **Revista Agrogeoambiental**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 57-72, 1 dez. 2010.

CUNHA, Héliida Ferreira da; FERREIRA, Anamaria Achtschin; BRANDÃO, Divino. Composição e fragmentação do Cerrado em Goiás usando Sistema de Informação Geográfica (SIG). **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, p. 139-152. jun. 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI), 2018

EMBRAPA. **Indicação de Procedência do Campo das Vertentes teve contribuições do Consórcio Pesquisa Café**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60243827/indicacao-de-procedencia-do-campo-das-vertentes-teve-contribuicoes-do-consorcio-pesquisa-cafe>. Acesso em: 12 jan. 2024.

FERNANDES, Jamily da Silva et al. PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO ESTRATÉGIA PARA FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR EM UM MUNICÍPIO PAULISTA. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 18, n. 2, p. 264-278, 17 mar. 2022.

FERREIRA, Williams Pinto Marques. **Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais**. Brasília: Embrapa Café, 2022. 141 p.

FILETTO, Ferdinando; ALENCAR, Edgard. INTRODUÇÃO E EXPANSÃO DO CAFÉ NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS. **Revista de Administração da Ufla**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-10, jun. 2001.

FRANCO, José Luiz de Andrade et al. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História (São Paulo)**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 21-48, dez. 2013.

FREITAS, Eduardo P. *et al.* Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 443-449, set. 2013.

GOV.BR. **Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/mata-atlantica#:~:text=A%20Mata%20Atlântica%20é%20composta,manguezais%2C%20vegetaçõe%20de%20restingas%2C%20campos>. Acesso em: 19 jun. 2023.

GOMES, Priscila Rodrigues; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Proposta de análise de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 151-169, jun. 2012.

GREGÓRIO, Adriana. Cristina. **Os caminhos da Geografia Física no Brasil a partir da análise da Revista Brasileira de Geografia (1939 a 2005)**. Monografia (Conclusão de Curso) — Universidade Federal de Viçosa, 2007.

GUEDES, Maria Lenise Silva *et al.* Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In: FRANKE, Carlos Roberto *et al.* **Mata Atlântica e Biodiversidade**. Salvador: Edufba, 2005. p. 1-480.

HASSLER, Márcio Luís. A IMPORTÂNCIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 33, n. 17, p. 79-89, dez. 2005.

HÄYHÄ, Tiina *et al.* Assessing, valuing, and mapping ecosystem services in Alpine forests. **Ecosystem Services**, [S.L.], v. 14, p. 12-23, ago. 2015.

IBGE. **Áreas Territoriais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=saiba-mais-edicao>. Acesso em: 15 maio 2023.

IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>. Acesso em: 15 maio 2023.

IBGE. História. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santo-antonio-do-amparo/historico>. Acesso em: 19 jan. 2024.

IBGE. **Minas Gerais**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sintese/mg?indicadores=95335,77861>. Acesso em: 15 maio 2023.

IBGE. **Santo Antônio do Amparo**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santo-antonio-do-amparo.html>. Acesso em: 18 jan. 2024.

IEF. **Cobertura vegetal de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/florestas>. Acesso em: 15 maio 2023.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera Lucia; NUNES-SILVA, Patrícia. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 59-62, dez. 2010.

INGRAM, Jane Carter *et al.* Evidence of Payments for Ecosystem Services as a mechanism for supporting biodiversity conservation and rural livelihoods. **Ecosystem Services**, [S.L.], v. 7, p. 10-21, mar. 2014.

INMET. **NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 18 jan. 2024.

INPI. **INPI concede a IG Campo das Vertentes para café em Minas Gerais**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-concede-a-ig-campo-das-vertentes-para-cafe-em-minas-gerais>. Acesso em: 12 jan. 2024.

JOLY, Carlos Alfredo *et al.* **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2019.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B.. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 148-155, jul. 2005.

LOPES, Maurício Antônio; CONTINI, Elisio. Agricultura, Sustentabilidade e Tecnologia. **Agroanalysis**, [s. l], v. 32, n. 1, p. 28-34, fev. 2012.

MATOS, Patrícia Francisca; PESSÔA, Vera Lúcia Salazar. A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA NO BRASIL E OS NOVOS USOS DO TERRITÓRIO. **Geo Uerj - Ano 13**, [S.L.], v. 2, n. 22, p. 290-322, jun. 2011.

MACHADO, Ricardo B. *et al.* **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília: Conservação Internacional, 2004.

MG.GOV. **Geografia**. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pagina/geografia>. Acesso em: 15 maio 2023.

MILLER, G. Tyler; SPOOLMAN, Scott E. **Ecologia e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MITTERMEIER, Russell A. *et al.* Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 14-21, jul. 2005.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **INDICADORES AMBIENTAIS NO BRASIL: ASPECTOS ECOLÓGICOS, DE EFICIÊNCIA E DISTRIBUTIVOS**. Rio de Janeiro: Ipea, 1996. 101 p.

MÜLLER, Felix; BURKHARD, Benjamin. The indicator side of ecosystem services. **Ecosystem Services**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 26-30, jul. 2012.

MUÑOZ, Angelica Maria Mosquera; FREITAS, Simone Rodrigues. IMPORTÂNCIA DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NAS CIDADES: REVISÃO DAS PUBLICAÇÕES DE 2003 A 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. L], v. 6, n. 2, p. 89-104, fev. 2017.

MURADIAN, Roldan et al. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 69, n. 6, p. 1202-1208, abr. 2010. Elsevier BV.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [S.L.], v. 403, n. 6772, p. 853-858, fev. 2000.

NASCIMENTO, S. M. **Efeitos da fragmentação de habitats em populações vegetais**. Monografia do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, IB, UNICAMP. 2007.

PAGIOLA, Stefano et al. **Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2013. 338 p.

PARRON, Lucilia Maria *et al.* **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015.

PEREIRA, Sergio Parreiras et al. BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS EM PROPRIEDADES CAFEEIRAS LIGADAS À APROCAM NA REGIÃO DA MANTIQUEIRA DE MINAS GERAIS. In: VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Boas práticas agrícolas em propriedades cafeeiras ligadas à APROCAM na região da Mantiqueira de Minas Gerais**. Salvador: Sbicafé, 2013. p. 1-6.

PINTO, Carlos Eduardo Marques. **O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA VISTORIA E AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS PELO INCRA**. 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronegócio, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

PRADO, Rachel Bardy et al. Portfólio Serviços Ambientais da Embrapa: rede de pesquisa e apoio à tomada de decisão e às políticas públicas voltadas à sustentabilidade na agricultura. In: NOGUEIRA JÚNIOR, Lauro Rodrigues et al. **Serviços ecossistêmicos e pagamento por serviços ambientais: aspectos teóricos e estudo de caso**. Brasília: Embrapa, 2022. p. 1-136.

QGIS. **Um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto**. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html. Acesso em: 29 maio 2023.

RIBEIRO, José Felipe *et al.* Fitofisionomia do bioma Cerrado. In: SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de. **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: Embrapa, 1998. p. 81.

ROSSI, Reile Ferreira. **Respostas de comunidade de aves à fragmentação florestal no Cerrado**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zoologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SANTOS, Leandro Duarte dos *et al.* DINÂMICA DO DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA: causas e consequências. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 378, 30 set. 2020.

SCARIOT, Aldicir; SOUSA-SILVA, José Carlos; FELFILI, Jeanine M.. **CERRADO: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

SILVA, Lucas Frazão; CORTEZ, José Guilherme. A QUALIDADE DO CAFÉ NO BRASIL: histórico e perspectivas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 65-91, abr. 1998.

SISEMA, Ide -. **IDE - SISEMA**. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 29 maio 2023.

SOSMA. **A FLORESTA**. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/#:~:text=A%20Mata%20Atlântica%20é%20composta,%2C%20restingas%2C%20campos%20de%20altitude%2C>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SOUSA, Letícia Penno de; MIURA, Adalberto Koiti. Pagamento por serviços ambientais (PSA): conceitos e marco legal. In: WOLFF, Luis Fernando; EICHOLZ, Eberson Diedrich. **Alternativas para Diversificação da Agricultura Familiar de Base Ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. p. 45-48.

TURNER, I.M.; CORLETT, Richard T.. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends In Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 11, n. 8, p. 330-333, ago. 1996.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Produção, suprimento e distribuição. PSD. Disponível em: <https://www.usda.gov>. Acesso em: 10 jan. 2024.

VANZELA, Luiz. S.; HERNANDEZ, Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M.. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 55-64, jan. 2010.

VEZZANI, Fabiane Machado. Solos e os serviços ecossistêmicos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l], v. 08, n. 4, p. 673-684, dez. 2015.

WALTER, Bruno Machado Teles. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 376 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WUNDER, Sven et al. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. **Conservation Biology**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 48-58, 3 out. 2006. Wiley.