

Identificação das Áreas de Uso Restrito (AURs) do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba sob abordagem ambiental integrada

Identification of Restricted Use Areas (AURs) in the Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba region under an integrated environmental approach

Jeferson Pereira de Oliveira

Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
<https://orcid.org/0009-0000-3292-8303>
jefersonpoagro@gmail.com

Vicente Toledo Machado de Moraes Junior

Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG),
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
<https://orcid.org/0000-0001-5227-1951>
vicente.morais@ufu.br

Luziane Ribeiro Indjai

Instituto de Geografia, Geociências e Saúde Coletiva (IGESC)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
<https://orcid.org/0000-0002-2521-3841>
luziane@ufu.br

Gerson dos Santos Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade Federal de Goiás (UFG)
<https://orcid.org/0000-0002-9834-2441>
gersonlisboa@ufg.br

Jéssica de Araújo Campos

Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal (PPGCF), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
<https://orcid.org/0000-0002-0729-8634>
campos.jessica@ufvjm.edu.br

Danielle Piuzana Mucida

Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal (PPGCF),
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
<https://orcid.org/0000-0002-5756-8081>
danielle.piuzana@ufvjm.edu.br

Luciano Cavalcante de Jesus França

Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Monte Carmelo (MG) e Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal (PPGCF),
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

<https://orcid.org/0000-0002-8885-972X>

luciano.franca@ufu.br

Resumo

O Código Florestal brasileiro define as Áreas de Uso Restrito (AURs) como planícies pantaneiras e áreas com declives de 25° a 45°, permitindo atividades agropecuárias e manejo florestal sustentável. Este estudo objetiva propor uma metodologia para delimitação de AURs no triângulo mineiro/alto Paranaíba, Minas Gerais, utilizando o software QGIS 3.36.3 e dados de Modelos Digitais de Elevação (Alos Palsar). A análise do uso e cobertura da terra foi feita com a coleção 8.0 do MapBiomass, avaliando o estado de conservação das AURs e correlacionando os tipos de solo. Identificamos 41.732 hectares de AURs, dos quais 51,76% são ocupados por mosaicos de uso e pastagens. Em relação aos solos, 21,04% estão sobre Cambissolos Háplicos e 40,17% em Latossolos Vermelhos. Observou-se que as AURs frequentemente coincidem com áreas de vulnerabilidade climática e biomas considerados *hotspots* de biodiversidade. A metodologia apresentada utiliza dados públicos e oficiais, fornecendo uma ferramenta prática para gestores ambientais e proprietários identificarem AURs em terrenos inclinados. A proposta é essencial para estratégias locais de ordenamento territorial e conservação ambiental, com potencial para ser replicada em outras regiões do Brasil.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental; Agricultura de Precisão; Sensoriamento Remoto; Ciências Agrárias.

Abstract

The Brazilian Forest Code defines Restricted Use Areas (AURs) as marsh plains and areas with slopes of 25° to 45°, allowing agricultural activities and sustainable forest management. This study aims to propose a methodology for delimiting AURs in the Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Minas Gerais, using the QGIS 3.36.3 software and data from Digital Elevation Models (Alos Palsar). Land use and land cover analysis was performed with the MapBiomass 8.0 collection, assessing the conservation status of AURs and correlating soil types. We identified 41,732 hectares of AURs, of which 51.76% are occupied by land use and pasture mosaics. Regarding soils, 21.04% are on Haplic Cambisols and 40.17% on Red Latosols. It was observed that AURs often coincide with areas of climate vulnerability and biomes considered biodiversity hotspots. The methodology presented uses public and official data, providing a practical tool for environmental managers and landowners to identify AURs on sloping terrains. The proposal is essential for local land use planning and environmental conservation strategies, with the potential to be replicated in other regions of Brazil.

Keywords: Environmental Planning; Precision Agriculture; Remote Sensing; Agricultural Sciences.

1. Introdução

O Código Florestal Brasileiro (CFB) trouxe alterações significativas no que diz respeito às áreas protegidas e limites a serem respeitados, como as Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP) (Chiavari e Machado 2023). Além disso, a lei introduziu uma nova categoria de área protegida com regulamentação de uso e proteção ambiental intitulada “Áreas de Uso Restrito” (AURs). A criação dessa categoria tem como objetivo principal promover maior clareza para determinação de áreas ambientalmente sensíveis, considerando o contexto socioeconômico e ambiental do Brasil (Brasil, 2012).

As AURs incluem: (i) planícies pantaneiras (aplicáveis às áreas sujeitas a cheias e vazantes no domínio do Pantanal) e (ii) encostas com declividade entre 25° e 45° (Minas Gerais, 2013; Brasil, 2012). Nessas áreas é permitido o desenvolvimento de atividades econômicas específicas, como práticas agrossilvipastoris e manejo florestal sustentável, desde que respeitadas as boas práticas agronômicas e sustentáveis e as orientações técnicas dos órgãos ambientais e de pesquisa (Chiavari e Lopes, 2016). Destaca-se que as AURs com vegetação suprimida até 22 de julho de 2008 são consideradas áreas consolidadas, e a conversão de novas áreas para as atividades mencionadas é proibida, exceto em casos de utilidade pública e interesses sociais (França et al., 2020).

No estado de Minas Gerais as AURs estão associadas às áreas declivosas e sujeitas a critérios técnicos para seu zoneamento. Entretanto, os critérios e métodos ainda não foram claramente determinados pela legislação federal e devem ser determinados de maneira consistente para orientar o manejo adequado e utilização das áreas (Minas Gerais, 2013; Oliveira et al., 2024).

Particularmente, esse tema novo e pouco explorado assume relevância no Triângulo Mineiro, uma mesorregião de MG sobreposta ao Cerrado, bioma altamente ameaçado e considerado com áreas prioritárias para a biodiversidade global (Myers et al., 2000; World Economic Forum, 2024). Além disso, o Triângulo Mineiro é uma das mesorregiões mais produtivas do Brasil e, por esse fato, historicamente houve a expansão significativa das áreas de produção agropecuárias ocasionando, assim, grande fragmentação dos remanescentes florestais (Oliveira et al., 2024). Além desses dados, um estudo recente apontou o Triângulo Mineiro como a mesorregião que possui a maior área em desconformidade com o CFB, considerando o estado de Minas Gerais (Morais Junior et al., 2024), realidade de preocupação evidenciado por Britaldo Filho et al. (2014). Isso significa que a mesorregião possui a maior fração de áreas que deveriam estar conservadas e que, atualmente, encontram-se modificadas ou alteradas em algum nível.

Os principais desafios das AURs no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba são: (i) pressão pela agropecuária; (ii) conflitos fundiários e falta de esclarecimento dos limites legais e exigências sobre a proteção/conservação dessas áreas; (iii) degradação de áreas alagáveis; (iv) fiscalização e governança - nesse sentido, apesar da legislação, a fiscalização é limitada por conta de falta de recursos para monitoramento e dificuldade de acesso a áreas remotas; e (v) mudanças climáticas, vinculado ao aumento de eventos climáticos extremos (secas e enchentes) que podem agravar consideravelmente a vulnerabilidade das AURs (Luiz & Steinke et al., 2022; Ferreira et al., 2023; Hofmann et al., 2023; França et al., 2024;).

Juntas, APPs, RLs e AURs constituem as zonas das propriedades rurais que devem ser reservadas para a conservação da biodiversidade, dos recursos naturais e da vegetação

natural, embora a vegetação natural não se restrinja exclusivamente à conservação. A conservação e restauração dessas áreas serão fundamentais para o Brasil e Minas Gerais conseguir alcançar metas estabelecidas mundialmente, como a “Conservação da Biodiversidade – Metas de Aichi”, “Acordo de Paris” e “Compromisso *Race to Zero*” que em síntese visa proteger áreas ambientalmente sensíveis e fortalecer os estoques naturais de carbono pela vegetação com vistas a obter a neutralidade climática até 2050 e proteger sua biodiversidade (Brasil, 2024; Dias, 2021; Energy Systems Catapult, 2022).

O mapeamento automatizado de AURs é uma importante estratégia para gestão ambiental e territorial a nível municipal e pode auxiliar na definição precisa das áreas a serem fiscalizadas para o correto cumprimento da legislação ambiental. A lacuna atual apresenta-se na carência de informação na literatura sobre a delimitação cartográfica de AURs, especialmente das áreas de encostas declivosas. Em contraponto, muitos outros estudos já foram realizados para delimitação de outras formas de áreas protegidas pelo CFB, como as APP's de declividade, de topos de morros etc. (França et al., 2018; Morandi et al. 2020; Moraes Junior et al. 2024;). O uso das ferramentas de SIG (Sistema de Informações Geográficas) tem permitido o rápido processamento e análise de dados ambientais para tomadas de decisões espaciais (Oliveira e Fernandes Filho, 2016; Morandi et al., 2020).

Apesar da crescente importância na rotina dos órgãos ambientais e de extensão rural, há uma escassez de discussões sobre a delimitação dessas áreas, especialmente em relação à declividade. A literatura atual carece de estudos que apliquem técnicas de geoprocessamento para a delimitação precisa de AURs e que discutam essa modalidade de uso da terra. Portanto, este estudo tem como objetivo central desenvolver e aplicar uma metodologia em ambiente SIG para a delimitação de AURs para a região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, com o objetivo de assegurar o cumprimento integral do CFB.

2. Materiais e Métodos

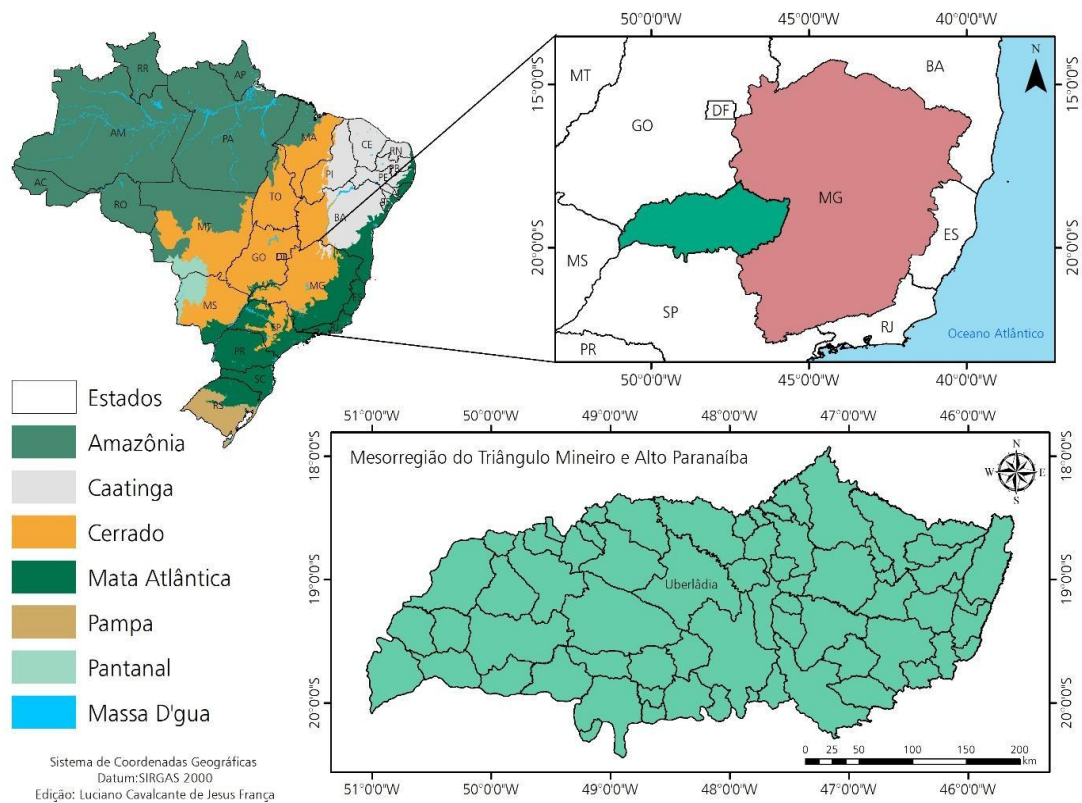
2.1 Caracterização da área de estudo

A área escolhida para o estudo se situa na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, em Minas Gerais. A mesorregião possui uma área total equivalente a 90.535,132 km² (Figura 1). O bioma predominante na área de estudo é o Cerrado, porém, trata-se de uma área de transição entre Cerrado e Mata Atlântica (Fernandes et al. 2013a). Uberlândia é a sede urbana mais importante do Triângulo Mineiro, com a segunda maior população do estado e um dos maiores centros industriais do estado (Pales e Santos, 2024).

O PIB da área de estudo é de aproximadamente 131 bilhões de reais (valor nominal) que representa cerca de 15% do PIB do estado de MG (FJP, 2024). A população é estimada em 2,42 milhões de habitantes e um PIB per capita de 54 mil reais por habitante por ano (FJP, 2024). Do Valor Total Adicionado Bruto (VAB) de receitas do estado de Minas Gerais a região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba arrecada aproximadamente R\$112,57 bilhões acrescentado pelos segmentos da economia, isso representa 15% (FJP, 2024). O Setor de Agropecuária se destaca consideravelmente no cenário estadual e nacional. A mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba se destaca por ter o maior rebanho bovinos do estado, a grande maioria dos municípios possuem de 33.539-393.658 “cabeças”, faixa mais expressiva considerada no levantamento do IBGE (IBGE, 2023). A mesorregião possui, ainda, produções consideráveis, de grãos, amendoim, abacaxi, leite

e cana-de-açúcar entre outras (Brito e Reis, 2012; Ferreira e Campos, 2020; Ferreira e Vinha, 2020; SEAPA, 2021; Silva et al., 2023).

Figura 1. Mapa de localização da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Minas Gerais.



2.2 Materiais e dados utilizados na metodologia de delimitação das Áreas de Uso Restrito

A principal base de dados utilizada para a delimitação das AURs neste estudo foi o Modelo Digital de Elevação (MDE). Para a mesorregião do Triângulo Mineiro, empregamos especificamente o modelo ALOS PALSAR, que oferece uma resolução espacial de 12,5 metros. Esses dados foram obtidos pelo portal público da NASA, *EarthData* (ASF Data Search Vertex), proporcionando uma fonte confiável e de alta resolução para a análise topográfica da região (NASA, 2024). O uso dessa base de dados é essencial para identificar áreas com declividades significativas, que são características essenciais das AURs.

Todo o procedimento metodológico foi desenvolvido para ser replicável em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o software QGIS 3.36.3. Essa plataforma de código aberto oferece uma ampla gama de ferramentas para análise espacial, permitindo uma abordagem detalhada e precisa para a delimitação das AURs (QGIS Development Team, 2024). A escolha do QGIS não só facilita a replicação

dos métodos por outros pesquisadores e gestores, mas também assegura a acessibilidade e transparência dos processos utilizados.

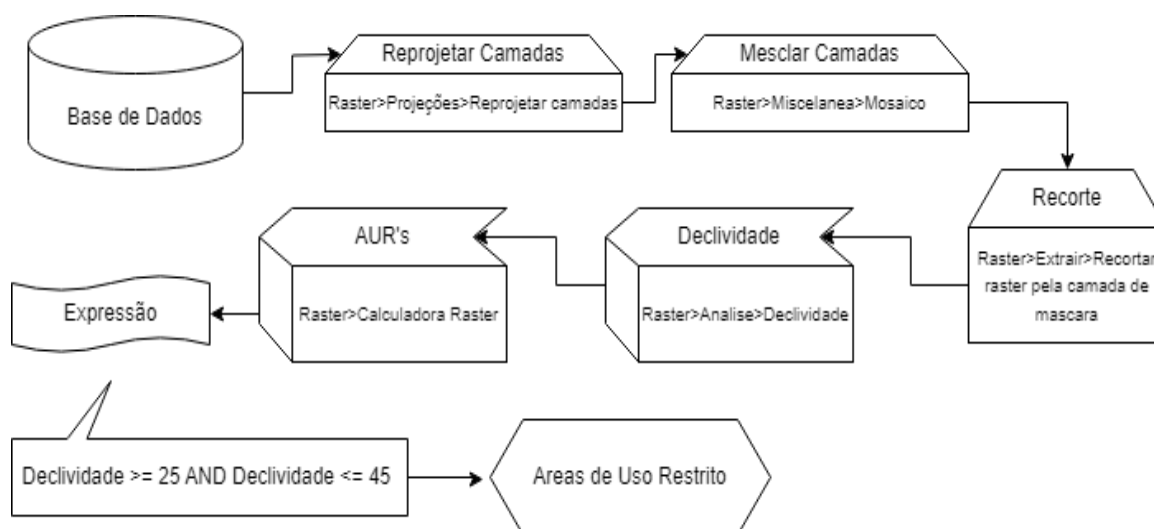
O processamento dos dados para a delimitação das Áreas de Uso Restrito (AURs) foi estruturado em quatro etapas principais: (i) Processamento dos Modelos Digitais de Elevação (MDEs) e geração de mosaico, uma vez que as cenas adquiridas podem precisar ser unificadas dependendo do tamanho do município ou da bacia hidrográfica alvo de análise; (ii) Recorte da área de estudo utilizando uma máscara com o limite da área alvo de análise; (iii) Análise da declividade do terreno, expressa em graus; e (iv) Extração e delimitação das AURs.

Após a geração das AURs, foi conduzida uma análise diagnóstica do uso e cobertura da terra para o ano de 2022, com o objetivo de identificar o seu uso e ocupação atualizado. Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos da Coleção 8.0 da plataforma MapBiomas, uma fonte robusta e detalhada de informações sobre a dinâmica da vegetação e do uso do solo no Brasil (Mapbiomas, 2024). Além disso, foi realizada uma análise dos tipos de solos predominantes nas AURs da região, utilizando a base de dados de Classificação dos Solos do Estado de Minas Gerais, fornecida pela Universidade Federal de Viçosa (IDE SISEMA, 2018; UFV, 2018).

De forma complementar, realizou-se a análise das incongruências nas autodeclarações de AURs realizadas junto ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) para a região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. A identificação foi realizada a partir do cruzamento dos dados públicos do SICAR (Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural) com o mapa das AURs obtidos a partir de uma base de dados de precisão do Modelo Digital de Elevação (MDE) (*Alos Palsar*).

Uma análise sobre a tipologia de classes de solos ocorrentes dentro dos limites das AUR também foi realizada de modo a se compreender e melhor realizar recomendações sobre o uso da terra por classe de solos. Portanto, uma análise de uso da terra dentro das AURs também foi gerada (Figura 2).

Figura 2. Etapas metodológicas para delimitação de Áreas de Uso Restrito (AURs).



No estudo também foi gerado e quantificado os polígonos e áreas totais de AURs em nível municipal. A partir dos resultados, converteu-se para extensão compatível como um mapa digital interativo em uma infraestrutura de dados espaciais geográficos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, o Geonode-UFVJM. O ambiente funciona como plataforma de acesso de fácil navegação e disponibilização gratuita de dados. Com esta aplicação, preconiza-se que produtores rurais ou agentes de instituições públicas de extensão e assistência rural/ambiental, possam visualizar por meio de computador ou dispositivo móvel, de maneira fácil e autoinstrutiva em quais regiões ou imóveis rurais existe a ocorrência de AURs. O acesso pode ser realizado pelo link: https://geonode.ufvjm.edu.br/layers/geonode:Uso_Terra_AUR_23.

2.3 Materiais e dados utilizados na metodologia do Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática (IMVC) e Bioma predominante

Por meio da consulta realizada ao Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática (IMVC) (IDESISEMA, 2024) realizou-se o levantamento dos dados relativos a “Sensibilidade”, “Exposição” e “Capacidade de Adaptação” da área estudada, a combinação desses indicadores gera o IMVC e a classificação da Vulnerabilidade Climática em nível dos municípios (IPCC, 2007). A consideração desse índice junto das análises de AURs pode ser relevante para compreensão das suas distribuições e os IMVC de cada município. Esse fato pode reforçar a importância da determinação e do manejo adequado em AURs, principalmente naqueles locais mais propensos a vulnerabilidade climática. O cálculo do IMVC é feito utilizando a equação abaixo:

$$\text{Vulnerabilidade} = \frac{\text{Sensibilidade} \times \text{Exposição}}{\text{Capacidade de Adaptação}} \quad \text{Eq. 1}$$

Mais especificamente, cada elemento da equação (Sensibilidade, Exposição e Capacidade de Adaptação) é composto pela média dos valores dos índices selecionados.

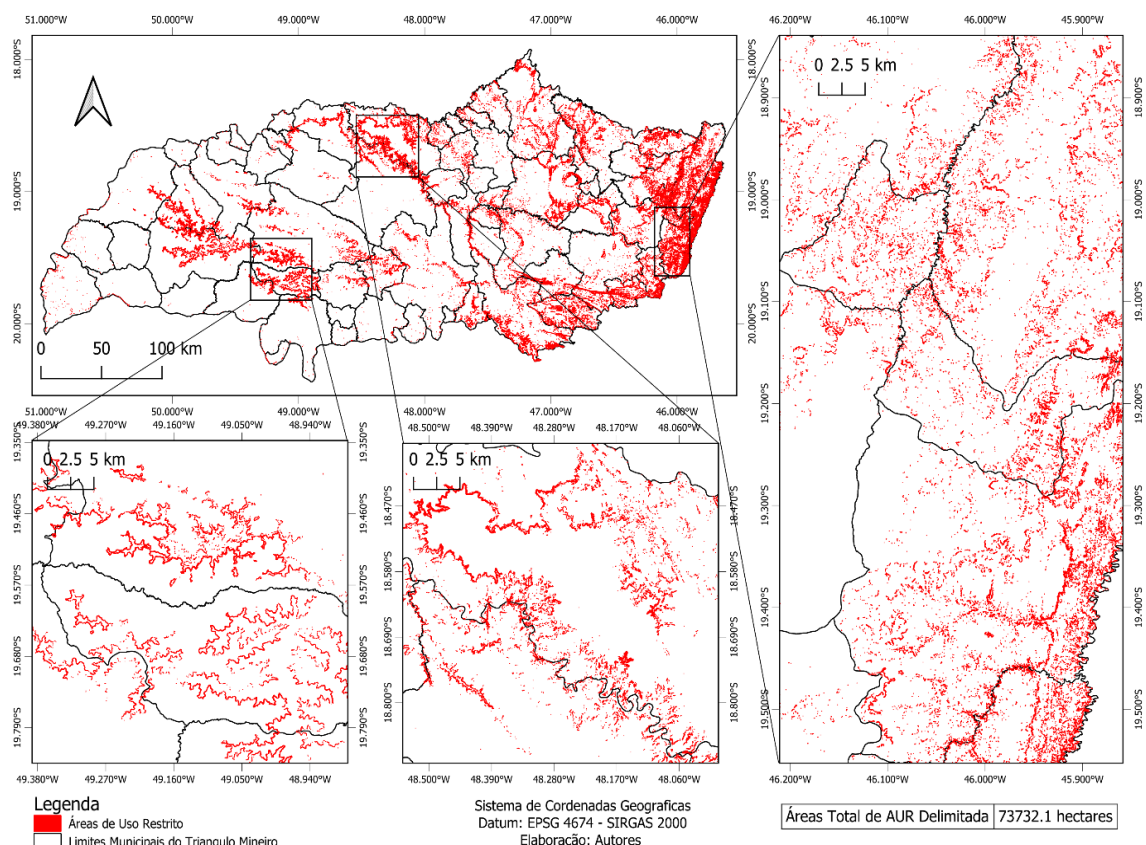
A equação tem a Capacidade de Adaptação inversamente proporcional à vulnerabilidade devido às definições encontradas nos estudos do IPCC (IPCC, 2007).

Realizou-se também um levantamento para compreensão em nível de bioma e a localização das AURs. Para isso utilizou-se a base de Bioma Predominante do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024).

3. Resultados E Discussão

A partir do mapeamento da declividade da área de estudo foram geradas as AURs que ocupam 73.732,1 hectares para a mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (Figura 3). Dessas, extensas áreas localizam-se nas porções Leste, Sudeste e algumas zonas específicas à Oeste (Figura 3). Para uma melhor compreensão dos resultados obtidos neste estudo, é fundamental não apenas entender a ocorrência isolada das AURs, mas também considerar a complexa teia de relações dessas áreas com a geomorfologia local, o uso e ocupação antrópica da terra e os tipos de solos predominantes na região.

Figura 3. Áreas de Uso Restrito (AURs) do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba geradas a partir da metodologia desenvolvida no estudo.

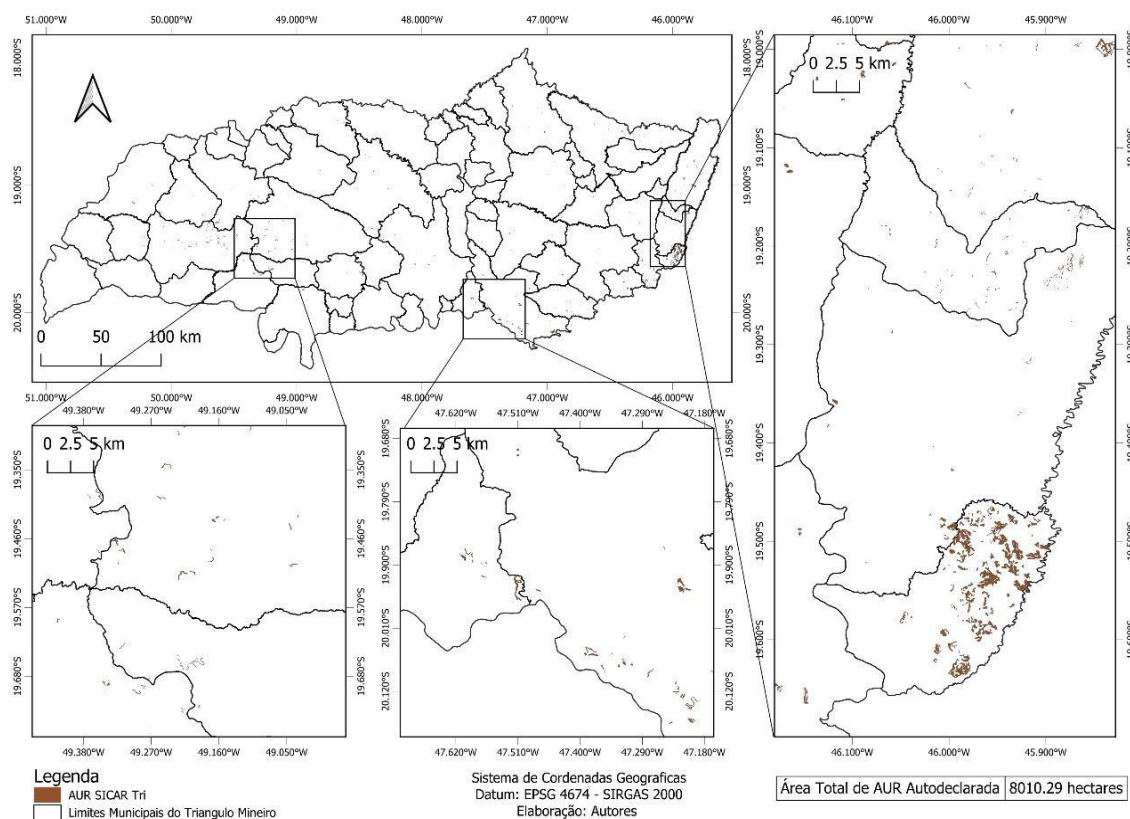


Observa-se que as AURs estão associadas às bordas das superfícies tabulares, também observado por França et al. (2024). As superfícies tabulares são unidades da paisagem com alta aptidão para a agricultura (Fernandes et al., 2013b; Mucida et al. 2023). Isso demonstra que as AURs, embora não restritas exclusivamente a essas áreas,

estão predominantemente relacionadas a elas. As AURs apresentam, ainda, uma correlação direta com a declividade do terreno, ocorrendo entre os terrenos mais elevados e áreas mais baixas.

Confrontando-se os dados públicos das autodeclarações de AURs no SICAR com o mapeamento realizado neste estudo, constatou-se a diferença de 34.369 hectares entre os registros autodeclarados e o mapeamento de precisão aqui realizado. Obteve-se em nosso mapeamento 41.732 hectares de AURs para o Triângulo Mineiro e apenas 7.362 hectares foram identificados nas autodeclarações (Figura 4). Logo, corrobora-se com este estudo, a elevada discrepância no registro de AURs autodeclarados no SICAR com a realidade regional. Essas constatações identificam fragilidades do instrumento e provoca um alerta quanto a necessidade de regularização dos imóveis rurais quanto à consistência na declaração de AURs. Os órgãos ambientais competentes e os produtores rurais devem se atentar para a correta delimitação dessas áreas principalmente em função da etapa de a ser implementada relativa ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) que visa direcionar os esforços da restauração de áreas florestais estratégica para potencialização dos serviços ecossistêmicos (Minas Gerais, 2021).

Figura 4. Áreas de Uso Restrito do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba obtidas das autodeclarações do Cadastro Ambiental Rural (CAR).



Em nível de município constatou-se que Sacramento, Tiros, Araguari, Campina Verde, Gurinhatã, São Gotardo e Prata concentram aproximadamente 50% das AURs do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. O restante distribui-se nos demais 59 municípios das mesorregiões (Tabela 1). recomenda-se que nos municípios com maior representatividade

de AURs ocorra uma avaliação mais criteriosa quanto aos dados inseridos no CAR e que os produtores rurais possam ter capacitação técnica direcionada para o mapeamento e manejo conservacionista dessas áreas. As demais áreas também são importantes pois suas AURs exercem papel fundamental na manutenção ecológica regional, portanto, torna-se necessário também esforços para mapeamento e regularização posteriores.

Um dado que merece destaque é a falta de classificação/critérios para a conservação de área com murundus, caracterizados como microrrelevos formados por um aglomerado de morrotes que se desenvolvem nas proximidades das cabeceiras e margens de drenagens. Murundus são comuns na área de estudo, em especial em locais de ocorrência de solos hidromórficos, relevantes para a biodiversidade e manutenção hídrica local. O CFB e o Decreto Estadual de MG, no que tange a proteção e conservação da natureza, não caracterizam esses ambientes como estratégicos para a conservação ambiental (Brasil, 2012; Minas Gerais, 2013). Portanto, uma recomendação é o enquadramento dessas áreas em alguma categoria de proteção como, por exemplo, AURs semelhantes às planícies pantaneiras e pantanais (Rosolen et al., 2015; Monteiro e Menezes, 2019; Rivani e Utsumi, 2023).

Tabela 1. Áreas de Uso Restrito (AURs), quantidade de polígonos e desvio padrão entre AURs por municípios e do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba mapeadas a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE)

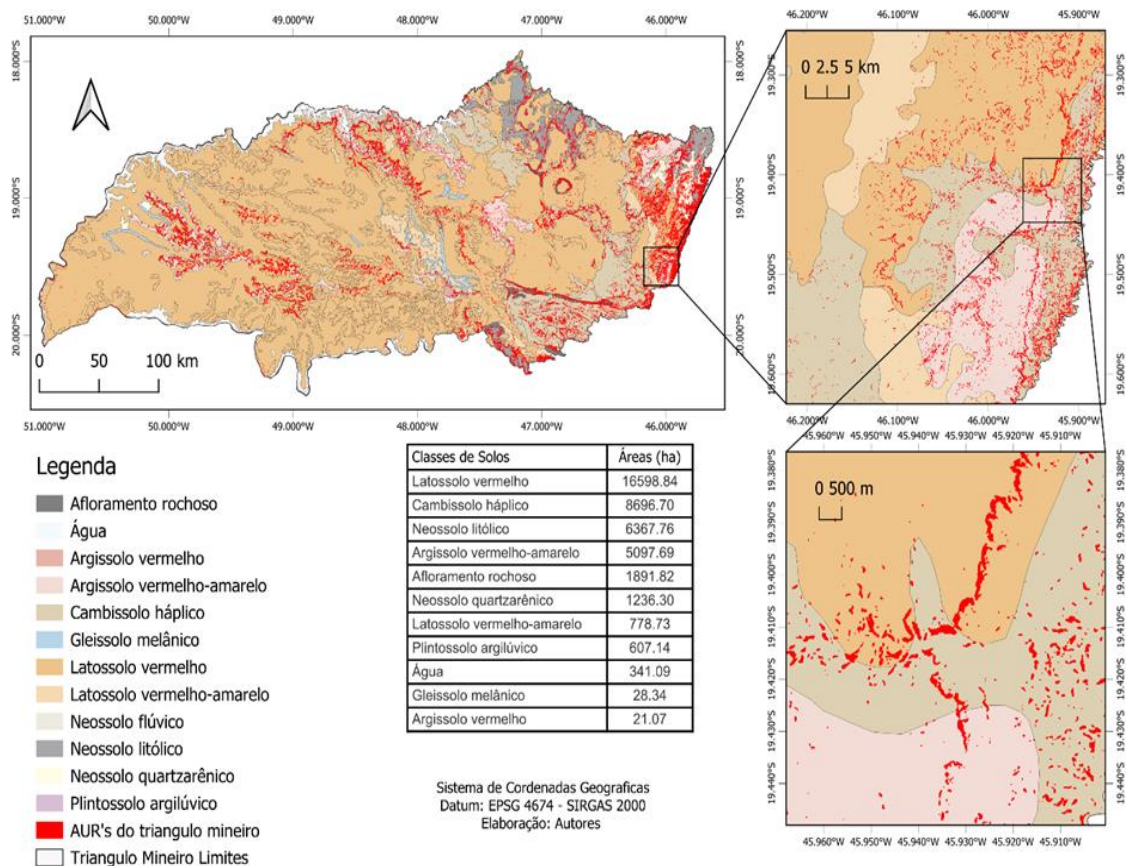
Municípios	Área Total (ha) de AUR	Quantidade polígonos de AUR	Desvio padrão entre as AUR (ha)
Sacramento	4.242,6	3.898	5,1
Tiros	3.875,4	7.836	2,8
Araguari	2.895,6	2.205	7,4
Campina Verde	2.715,1	3.450	2,8
Gurinhata	2.558,2	2.332	3,8
São Gotardo	2.232,7	3.672	6,7
Prata	2.048,4	2.889	2,1
Patrocínio	1.550,3	2.707	1,9
Patos de Minas	1.410,5	3.455	4,0
Comendador Gomes	1.336,1	1.905	1,6
Tupaciguara	1.274,3	754	7,1
Coromandel	1.184,0	2.313	3,4
Tapira	1.085,3	2.905	1,1
Ibiá	1.067,7	1.990	2,3
Araxá	911,6	1.214	3,3
Santa Rosa da Serra	895,0	1.396	3,9
Carmo do Paranaíba	855,2	1.907	6,3
Uberlândia	833,3	809	6,2
Conquista	783,0	553	7,1

Municípios	Área Total (ha) de AUR	Quantidade polígonos de AUR	Desvio padrão entre as AUR (ha)
Santa Vitória	691,9	520	3,2
Pratinha	672,8	1.554	1,8
Serra do Salitre	617,3	956	2,5
Campos Altos	549,6	1.314	2,5
Ituiutaba	531,4	697	2,0
Rio Paranaíba	454,9	989	2,3
Matutina	450,1	749	7,2
Veríssimo	406,3	869	1,3
Nova Ponte	352,9	408	2,3
Uberaba	339,9	906	1,3
Frutal	288,1	448	1,3
Indianópolis	275,7	249	3,9
Lagoa Formosa	261,2	645	4,2
Itapagipe	254,5	301	2,7
Arapuá	241,3	496	6,4
Perdizes	219,8	902	0,7
Guimarânia	202,8	418	1,9
Santa Juliana	200,4	209	2,2
Monte Alegre de Minas	191,0	225	3,7
Campo Florido	118,9	394	0,6
Abadia dos Dourados	111,3	405	1,2
Centralina	73,0	109	2,2
Carneirinho	70,0	238	2,8
Iraí de Minas	67,5	303	0,6
Pedrinópolis	59,6	265	0,5
Estrela do Sul	55,8	287	1,4
Cascalho Rico	49,6	217	0,7
Araporã	43,5	56	2,5
Douradoquara	36,9	122	0,8
Monte Carmelo	36,0	134	0,8
Conceição das Alagoas	22,0	56	1,9
Fronteira	15,8	39	1,3
Iturama	12,7	49	0,5
Capinópolis	11,6	27	0,7
Romaria	8,9	64	0,4
Limeira do Oeste	8,2	67	0,3
Canápolis	7,8	46	0,3
Água Comprida	5,8	36	0,3

Municípios	Área Total (ha) de AUR	Quantidade polígonos de AUR	Desvio padrão entre as AUR (ha)
União de Minas	5,4	10	1,0
Cruzeiro da Fortaleza	5,1	36	0,2
Planura	2,8	23	0,2
Ipiaçu	2,5	13	0,3
Cachoeira Dourada	2,4	18	0,2
Grupiara	1,5	14	0,1
Delta	1,3	8	0,2
São Francisco de Sales	0,8	7	0,2
Pirajuba	0,0	1	0,0

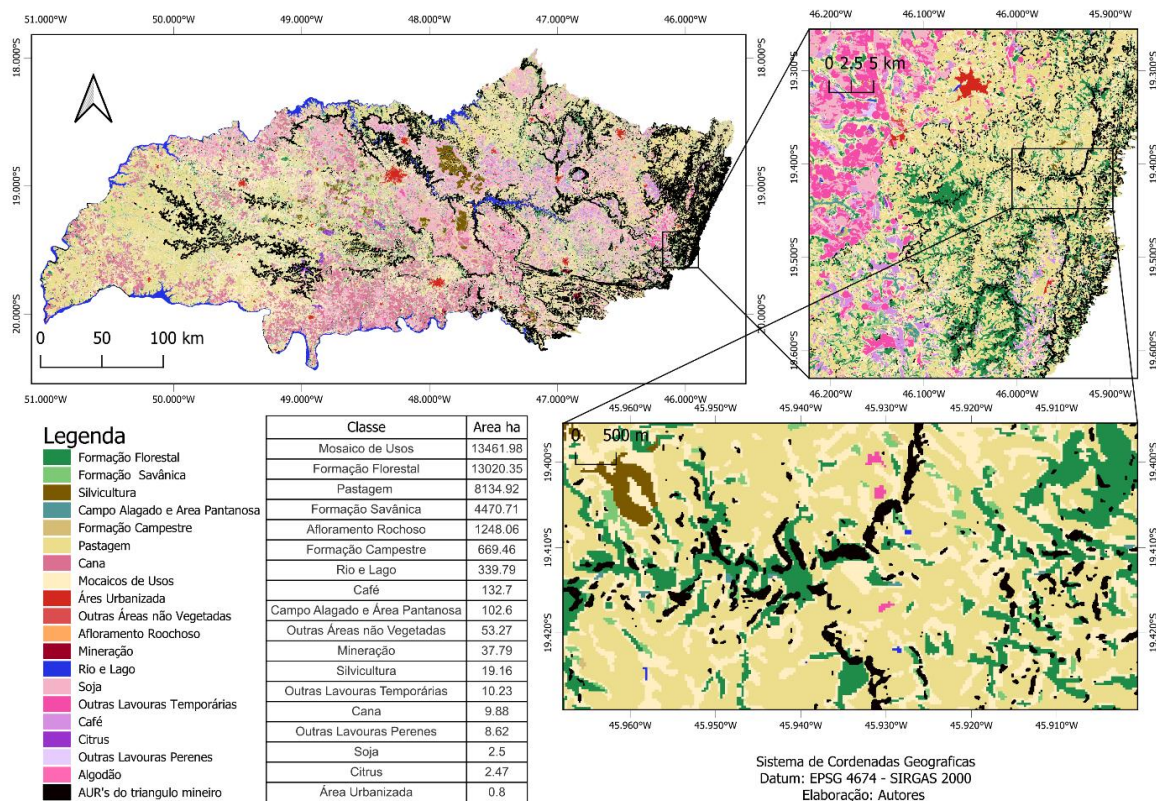
De acordo com o mapeamento de precisão observou-se que os tipos de solos mais frequentes na área de estudo são: Latossolos Vermelhos (40,17%) e Cambissolos Háplicos (21,04 %) (Figura 5). Os Cambissolos Háplicos requerem proteção especial devido à sua instabilidade ao processo erosivo (Bonna, 2011).

Figura 5. Mapa de classes de solos ocorrentes nas Áreas de Uso Restrito (AURs) do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.



Em relação às classes de uso e ocupação da terra dentro de AURs diagnosticou-se que a maior parte das AURs se caracteriza por mosaico de usos (51,76 % destas áreas estão atualmente ocupadas por Mosaicos de Uso e Pastagens), o que significa áreas de agricultura e pecuária (Figura 6). A segunda maior área de uso em AURs é a de formação florestal, demonstrando que parte dessas áreas se mantêm conservadas e não foram convertidas para uso. Sequencialmente, as áreas de Pastagem ocupam a terceira maior área de uso em AURs (8.134,92 ha), refletindo o histórico regional de uso da terra (Figura 6).

Figura 6. Mapa de uso e ocupação da terra ocorrentes nas Áreas de Uso Restrito (AURs) do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.



Os dados de vulnerabilidade climática demonstraram que a região está inserida em municípios com considerável vulnerabilidade climática (Tabela 2). Os municípios que possuem as maiores AURs possuem no geral o IMVC classificado como “Moderado”, “Alto”, “Muito Alto” e “Extrema”. Esse fato corrobora a necessidade de definir consistentemente as AURs com vistas a adequar o uso e manejo da terra. A definição coerente dessas áreas pode, inclusive, ser uma oportunidade para escolha de áreas prioritárias (aproximadamente 3,7 milhões de hectares) a serem restauradas pelo estado de Minas Gerais, conforme compromisso firmado pelo estado na 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 26) (FEAM, 2021).

Tabela 2. Área de Uso Restrito (AURs) mapeadas e Sensibilidade Geral, Exposição Geral e Índice de Vulnerabilidade Climática (VC) para a mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.

Municípios	AUR mapeada (ha)	Sensibilidade Geral	Exposição Geral	Capacidade de Adaptação	Índice de VC	Nível de VC
Sacramento	4242,6	0,6	0,5	0,5	0,5	Alta
Tiros	3875,4	0,4	0,5	0,3	0,5	Alta
Araguari	2895,6	0,5	0,5	0,7	0,3	Moderada

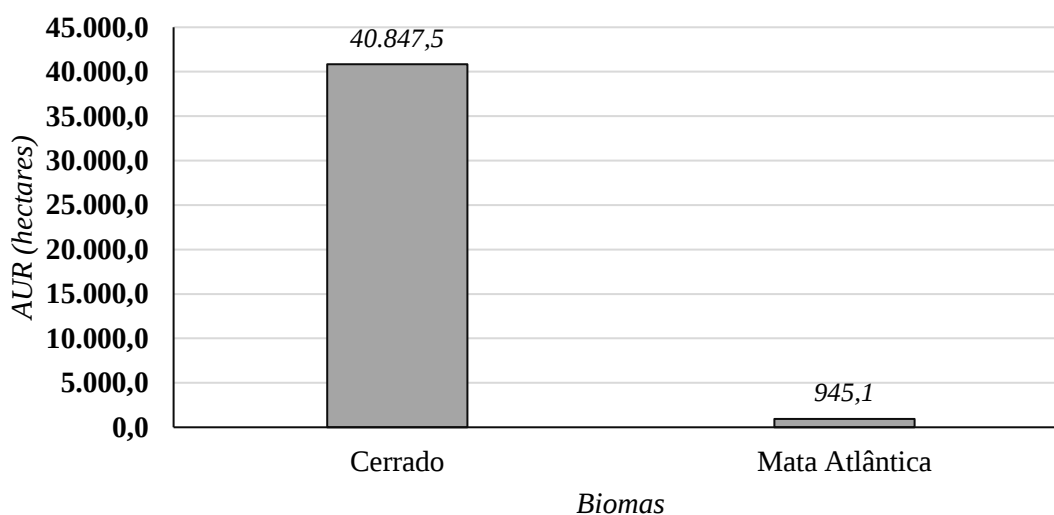
Municípios	AUR mapeada (ha)	Sensibilidade Geral	Exposição Geral	Capacidade de Adaptação	Índice de VC	Nível de VC
Campina Verde	2715,1	0,5	0,4	0,2	0,7	Muito alta
Gurinhata	2558,2	0,6	0,4	0,4	0,6	Muito alta
São Gotardo	2232,7	0,5	0,4	0,4	0,4	Moderada
Prata	2048,4	0,4	0,4	0,5	0,4	Moderada
Patrocínio	1550,3	0,5	0,5	0,4	0,5	Alta
Patos de Minas	1410,5	0,5	0,7	0,4	0,8	Extrema
Comendador Gomes	1336,1	0,5	0,4	0,5	0,4	Alta
Tupaciguara	1274,3	0,5	0,6	0,5	0,5	Alta
Coromandel	1184,0	0,6	0,7	0,4	1,0	Extrema
Tapira	1085,3	0,5	0,2	0,5	0,2	Relativamente baixa
Ibiá	1067,7	0,5	0,5	0,5	0,5	Alta
Araxá	911,6	0,5	0,5	0,5	0,5	Alta
Santa Rosa da Serra	895,0	0,4	0,5	0,5	0,4	Alta
Carmo do Paranaíba	855,2	0,5	0,5	0,3	0,9	Extrema
Uberlândia	833,3	0,5	0,5	0,7	0,3	Moderada
Conquista	783,0	0,4	0,4	0,5	0,3	Moderada
Santa Vitória	691,9	0,5	0,7	0,5	0,7	Muito alta
Pratinha	672,8	0,5	0,5	0,4	0,6	Alta
Serra do Salitre	617,3	0,4	0,6	0,3	0,8	Extrema
Campos Altos	549,6	0,5	0,5	0,3	0,7	Muito alta
Ituiutaba	531,4	0,5	0,4	0,5	0,3	Moderada
Rio Paranaíba	454,9	0,5	0,6	0,4	0,8	Extrema
Matutina	450,1	0,6	0,6	0,4	0,8	Extrema
Veríssimo	406,3	0,6	0,4	0,4	0,5	Alta
Nova Ponte	352,9	0,5	0,5	0,6	0,4	Moderada
Uberaba	339,9	0,5	0,4	0,3	0,6	Alta
Frutal	288,1	0,4	0,4	0,4	0,4	Moderada
Indianópolis	275,7	0,5	0,5	0,5	0,4	Alta
Lagoa Formosa	261,2	0,5	0,5	0,5	0,5	Alta
Itapagipe	254,5	0,4	0,4	0,6	0,3	Moderada
Arapuá	241,3	0,5	0,6	0,6	0,4	Alta
Perdizes	219,8	0,5	0,5	0,5	0,4	Alta

Municípios	AUR mapeada (ha)	Sensibilidade Geral	Exposição Geral	Capacidade de Adaptação	Índice de VC	Nível de VC
Guimarânia	202,8	0,6	0,6	0,4	0,8	Extrema
Santa Juliana	200,4	0,4	0,4	0,6	0,3	Moderada
Monte Alegre de Minas	191,0	0,6	0,4	0,6	0,4	Moderada
Campo Florido	118,9	0,5	0,4	0,4	0,5	Alta
Abadia dos Dourados	111,3	0,6	0,5	0,3	1,0	Extrema
Centralina	73,0	0,6	0,4	0,4	0,6	Muito alta
Carneirinho	70,0	0,5	0,3	0,4	0,3	Moderada
Iraí de Minas	67,5	0,5	0,5	0,3	0,8	Muito alta
Pedrinópolis	59,6	0,5	0,5	0,5	0,5	Alta
Estrela do Sul	55,8	0,6	0,5	0,5	0,6	Muito alta
Cascalho Rico	49,6	0,7	0,5	0,4	0,8	Muito alta
Araporã	43,5	0,5	0,4	0,7	0,3	Moderada
Douradoquara	36,9	0,6	0,5	0,4	0,8	Extrema
Monte Carmelo	36,0	0,5	0,5	0,4	0,6	Muito alta
Conceição das Alagoas	22,0	0,4	0,4	0,6	0,3	Moderada
Fronteira	15,8	0,4	0,3	0,4	0,3	Moderada
Iturama	12,7	0,4	0,4	0,3	0,4	Alta
Capinópolis	11,6	0,5	0,4	0,5	0,4	Alta
Romaria	8,9	0,5	0,5	0,4	0,7	Muito alta
Limeira do Oeste	8,2	0,5	0,3	0,5	0,3	Moderada
Canápolis	7,8	0,5	0,3	0,6	0,2	Moderada
Água Comprida	5,8	0,5	0,4	0,4	0,5	Alta
União de Minas	5,4	0,5	0,4	0,7	0,3	Moderada
Cruzeiro da Fortaleza	5,1	0,7	0,5	0,4	0,8	Extrema
Planura	2,8	0,4	0,4	0,5	0,3	Moderada
Ipiacu	2,5	0,6	0,4	0,7	0,3	Moderada
Cachoeira Dourada	2,4	0,5	0,4	0,7	0,3	Moderada
Grupiara	1,5	0,7	0,5	0,4	0,8	Muito alta

Municípios	AUR mapeada (ha)	Sensibilidade Geral	Exposição Geral	Capacidade de Adaptação	Índice de VC	Nível de VC
Delta	1,3	0,5	0,4	0,4	0,4	Alta
São Francisco de Sales	0,8	0,5	0,5	0,4	0,5	Alta
Pirajuba	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	Moderada

A maioria das AURs avaliadas do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba está inserida em municípios no domínio fitogeográfico do Cerrado (97,7%) (Figura 7). No entanto, existem municípios, como Conquista, Centralina, Araporã, Conceição das Alagoas, Capinópolis, Água Comprida, Ipiaçu, Cachoeira Dourada, Delta e Pirajuba, em áreas com predominância de Mata Atlântica (2,3%). Tanto o Cerrado quanto a Mata Atlântica são consideradas *hotspots* da biodiversidade global (Myers et al., 2000; Oliveira Filho e Fontes, 2000). A Mata Atlântica possui, inclusive, legislação específica para a proteção do bioma (Brasil, 2006). Estes dados reforçam a necessidade de definições consistentes das AURs para implementação do manejo adequado das áreas como instrumento estratégico para o Estado.

Figura 7. Área de Uso Restrito (AUR) (hectares) mapeada em municípios pertencentes aos Biomas Mata Atlântica e Cerrado, mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.



3.1 Recomendações de uso da terra em AURs

O CFB apresenta nos artigos 10 e 11 a definição das regras para o que caracteriza como “exploração ecologicamente sustentável” nas AURs de encostas de morros. Nestes terrenos inclinados são proibidas novas derrubadas de floresta/vegetação original, ao tratar da proibição à “conversão de floresta nativa para uso alternativo do solo” (Brasil, 2012). Ou seja, nessas áreas é permitida apenas a manutenção de culturas de espécies

lenhosas, perenes ou de ciclo longo e atividades silviculturais, sendo vedada a conversão de novas áreas. Ainda de acordo com o CFB para o uso das AUR é obrigatório seu registro no CAR (Brasil, 2012). Essas áreas podem, ainda, ser contabilizadas nos programas de apoio e incentivo à preservação e recuperação ambiental, tal como o PRA (Programa de Regularização Ambiental) (França et al., 2018).

As principais recomendações de uso da terra em áreas de AUR leva em consideração mapa de tipos de solos e seus riscos inerentes da inclinação do terreno na referida categoria $>25^\circ$ e $<45^\circ$, sendo indicados: (i) atividades agrossilvipastoris desde que fundamentadas em técnicas de baixa emissão de carbono; (ii) ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta); (iii) cultivos agrícolas em curvas de nível; (iv) monoculturas de densa formação de cobertura vegetal no solo; (v) pastagens rotacionadas; (vi) manejo florestal sustentável de pequena escala; (vii) extração de produtos florestais não madeireiros; (viii) produção melífera; (ix) cultivo de essências florestais madeiras comerciais; (x) restauração de solos degradados e; (xi) atividade em bioeconomia com comercialização de créditos de carbono. Essas práticas estão alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e promovem a conservação dos recursos naturais, a mitigação das mudanças climáticas e a geração de renda para comunidades rurais (Cohen et al. 2021).

O CFB prevê que AURs podem ser utilizadas pelo produtor rural, mas que existem restrições quanto ao tipo de atividade, entretanto, não prevê ou recomenda práticas agrônômicas ou florestais de gestão e manejo do território. Neste contexto, este estudo desenvolve um conjunto preliminar com estas recomendações, de forma que os proprietários rurais atendam às técnicas de exploração ecologicamente sustentável, bem como suporte aos órgãos oficiais de extensão rural e fiscalização ambiental.

Nesse artigo demonstrou-se que as áreas com maiores AURs estão em limites de municípios com certo grau de vulnerabilidade climática e sobreposta a biomas que são considerados *hotspots* de biodiversidade. Isso reforça a importância e a necessidade da definição consistente das AURs e o manejo adequado conforme premissas consideradas nessa seção, em acordo com o CFB. Soterroni et al. (2018) afirmam que se o CFB fosse rigorosamente seguido/aplicado, o Brasil poderia contribuir significativamente com a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa definida pelo Brasil para 2030.

Portanto, as recomendações desse estudo, bem como o processo de definição de AURs subsidiar o direcionamento de estratégias mais eficazes no que tange a conservação local e a gestão territorial do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A metodologia utilizada pode ser utilizada para outras áreas como demonstrado por França et al., (2020) e França et al., (2024).

4. Conclusões

Foi possível delinear as AURs a partir de um *framework* metodológico em software de SIG na escala da mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. A metodologia evidenciou elevada discrepância no registro de AURs autodeclarados no SICAR com a realidade regional. A identificação dessas áreas protegidas e sua disponibilização em forma de um mapa digital interativo publicamente é uma contribuição que subsidia a gestão de territórios e auxílio ao cumprimento das regras e legislações ambientais, sobretudo ao CFB. Ademais, as AURs mapeadas foram apresentadas por municípios da mesorregião, vinculados à Sensibilidade Geral, Exposição Geral e Índice de

Vulnerabilidade Climática (VC). Neste contexto, o estudo contribui para tomadas de decisão de ordenamento territorial no que tange a regularização quanto ao CFB bem com os compromissos assumidos em conferências internacionais como a COP 26.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe de colaboradores que desenvolveram este trabalho de pesquisa junto ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal (NUPLAMFLOR); ao Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MAPBIOMAS); ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) junto à UFU (Universidade Federal de Uberlândia), pela concessão de bolsa do primeiro autor, Bolsa de Iniciação Científica Tecnológica PIBITI/CNPQ/UFU, Edital DIRPE Nº 3/2023. Agradecimento ao Projeto FAPEMIG APQ-00185-22 e a bolsa de produtividade APQ-06558-24 à DPM. Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na Área de Manejo Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), pela oportunidade de realização do estágio pós-doutoral.

Referências

Barcelos, E. A. S. (2020). Desregulação ambiental e disputas políticas: uma breve retrospectiva do desmonte do licenciamento ambiental no Brasil. *Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política*, 2(2), 278.

Brasil. (2006). Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.

Brasil. (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal Brasileiro.

Brasil. (2024). Brasil entrega à ONU nova NDC alinhada ao Acordo de Paris. Governo do Brasil.

Brito, J. L. S.; dos Reis, L. N. G. (2012). Mapeamento das áreas de conversão do uso da terra para cana-de-açúcar na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG por meio de imagens TM/Landsat. *Revista Caminhos da Geografia*, 13(41), 170-186.

Bonna, J. L. Mapeamento pedológico e de suscetibilidade erosiva no Alto Córrego Prata (Ouro Preto/MG). 2011. 200 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Chiavari, J.; Lopes, C. L. (2016). Os caminhos para a regularização ambiental: decifrando o novo código florestal. Silva, A.P.; Marques, H.R.; Sambuichi, R. H. R. Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei. Rio de Janeiro: Ipea.

Chiavari, J.; Lopes, C. L.; Alcantara Machado, L. (2023). The Brazilian Forest Code: the challenges of legal implementation. In N. Søndergaard, C. D. De Sá, & A. F. Barros-Platau (Eds.), *Sustainability Challenges of Brazilian Agriculture* (Vol. 64, pp. 295–314). Springer International Publishing.

Cohen, B.; Cowie, A.; Babiker, M.; Leip, A.; Smith, P. (2021). Co-benefits and trade-offs of climate change mitigation actions and the Sustainable Development Goals. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 805-813.

Dias, B. F. S. (2021). Degradação da biodiversidade e as metas de Aichi no mundo e no Brasil: um balanço dos avanços e das perspectivas. *Bio Diverso*, 1(1).

Energy Systems Catapult. (2022). Corrida ao Net Zero: um plano de inovação em Minas Gerais. Connected Places Catapult.

Fernandes, L. A.; Barbosa, J. C.; Dias, L. E. (2013a). Geologia e geomorfologia do Cerrado: impactos e desafios para a sustentabilidade ambiental. In A. Scariot; J. C. Sousa-Silva; J. M. Felfili (Eds.), *Cerrado: Ecologia e Flora* (pp. 39-66). Embrapa Cerrados.

Fernandes, M. R.; Leal, J. T. C. P.; Mello; M. S.; Moreira, M. A. B.; Albanez, A. C. M. P. (2013b). Minas Gerais: caracterização de unidades de paisagem. Belo Horizonte: EMATER-MG.

Ferreira, F. L. V., Rodrigues, L. N., & Silva, F. B. (2024). Performance evaluation of climate models in the simulation of precipitation and average temperature in the Brazilian Cerrado. *Theoretical and Applied Climatology*, 155(2), 845-857.

Ferreira, M. O.; Campos, J. F. D. S. (2020). Expressões do agronegócio no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas* 1(31): 495-522.

França, L. C. D. J.; Mucida, D. P.; Moraes Junior, V. T. M. D.; Rocha, S. J. S. S. D.; Reis, C. R.; Lisboa G. D. S.; Silva, J. B. L. D. (2020). Áreas de Uso Restrito (AUR) em função

da declividade em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro. *Acta Geográfica*, 14(34), 74-96.

França, L. C. J.; Ferraz, F. T.; Mucida, D. P.; Carvalho, D.; Lima, R. P. (2018). Delimitação das áreas de uso restrito de acordo com o Código Florestal: uma metodologia geoespacial. In P. R. M. Francisco, L. M. Silva; G. H. Vazquez (Eds.), *Ciência, Inovação e Tecnologia: Coletânea de publicações* (pp. 78-84). EPGRAF.

França, L. C. J.; Gonçalves, A. F. A.; de Macêdo Silva, T. E.; Sobrinho, O. P. L.; dos Santos Lisboa; G., Júnior, F. W. A.; Mucida, D. P. (2024). Delimitação de áreas de uso restrito segundo o novo Código Florestal brasileiro. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 41, 27392.

França, L. C.; Mucida, D. P.; de Moraes, M. S.; Menezes, E. S.; Morandi, D. T. (2018). Delimitação automática e quantificação das Áreas de Preservação Permanente de encosta para o município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil. *Revista Espinhaço*7(2).

Fundação Estadual do Meio Ambiente. (2021). Estado apresenta projeto mineiro para reflorestamento de 3,7 milhões de hectares na COP26.

Fundação João Pinheiro (FJP). (2024). FJP Dados.

Hofmann, G. S., Cardoso, M. F., Alves, R. J., Weber, E. J., Barbosa, A. A., Toledo, P. M.; Oliveira, L. F. (2021). The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. *Global Change Biology*, 27(17), 4060-4073.

IBGE. (2024). Bioma predominante por município para fins estatísticos. Rio de Janeiro: IBGE.

IDE-SISEMA. (2018). Mapa de solos de Minas Gerais.

IDE-SISEMA. (2024). Índice Mineiro de Vulnerabilidade Climática.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2023). *Produção agropecuária: Bovinos - MG*. Rio de Janeiro: IBGE.

Instituto Estadual de Florestas (IEF). (2024). Manual PRA (versão 1.0).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Luiz, C. H. P.; Steinke, V. A. (2022). Recent environmental legislation in Brazil and the impact on Cerrado deforestation rates. *Sustainability*, 14(13), 8096.

Monteiro, M. C.; Menezes, A. S. (2019). Análise histórica de ocupação das áreas úmidas (veredas e campos de murundus). *Building the way - Revista do Curso de Letras da UEG*, 9(1).

Morais Junior, V. T. M., França, L. C., Brianezi, D., Romero, F. M. B., Milagre, J. C., Mendes, L. J.; Jacovine, L. A. G. (2024). Monitoring of areas in conflict with the Legislation for the Protection of Native Vegetation in Brazil: opportunity for large-scale forest restoration and for the Brazilian global agenda. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(11), 1–16.

Morandi, D. T.; França, L. C.; Menezes, E. S.; Machado E. L. M.; da Silva; M. D., Mucida, D. P. (2020). Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. *Ecological Indicators*, 115, 106440.

Mucida, D. P.; Gorgens, E. B.; Rech, A. R.; Christofaro, C.; da Silva, R. S.; Pereira, I. M.; ...de Jesus França, L. C. (2023). Designing optimal agrosilvopastoral landscape by the potential for conservation use in Brazil. *Sustainable Horizons*, 5, p. 100045.

Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A.; Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.

Oliveira, G. D. C.; Fernandes Filho, E. I. (2016). Automated mapping of permanent preservation areas on hilltops. *Cerne*, 22(1), 111–120.

Oliveira-Filho, A. T.; Fontes, M. A. L. (2000). Padrões de diferenciação florística entre Florestas Atlânticas no Sudeste do Brasil e a influência do clima. *Biotropica*, 32(4b), 793–810.

Pales, R. C.; dos Santos, G. R. (2024). Cidades médias-polo de Minas Gerais: caminhos e dinâmicas. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 22(2), e3529–e3529.

QGIS Development Team. (2024). QGIS Geographic Information System, v. 3.22.6-Bialowieza. Open Source Geospatial Foundation Project.

Rivani, H.; Utsumi, A. G. (2023). Mapeamento de Campos de Murundus na Bacia do Rio Claro (MG) Utilizando o Google Earth Engine. *Revista Geoaraguaia*, 13(1), 114–130.

Rosolen, V.; Oliveira, D. A.; Bueno, G. T. (2015). Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. *Wetlands Ecology and Management*, 23, 285–292.

Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., ... & Alencar, A. (2014). Cracking Brazil's forest code. *Science*, 344(6182), 363-364.

Soterroni, A. C., Mosnier, A., Carvalho, A. X., Câmara, G., Obersteiner, M., Andrade, P. R.; ...Ramos, F. M. (2018). Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074021.

Silva, F. H. B.; da Silva, E. A.; Oliveira Neto, O. J.; Rosalem, V. (2023). Performance de empresas agroindustriais na bacia leiteira do Triângulo Mineiro e suas ações empreendedoras e inovativas. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(5), 7834-7850.

WORLD ECONOMIC FORUM. (2024). The Cerrado: Production and Protection. Em colaboração com Systemiq.