



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CAMPUS PRINCESA ISABEL  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

FERNANDA RAIMUNDO DE LIMA

**ANÁLISE DA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS LOCALIZADOS  
NAS COMUNIDADES PRODUTORAS DE MANDIOCA NO MUNICÍPIO DE  
PRINCESA ISABEL-PB**

PRINCESA ISABEL

2023

FERNANDA RAIMUNDO DE LIMA

**ANÁLISE DA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS LOCALIZADOS  
NAS COMUNIDADES PRODUTORAS DE MANDIOCA NO MUNICÍPIO DE  
PRINCESA ISABEL-PB**

Monografia apresentada à coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação da Paraíba- Campus Princesa Isabel, como exigência para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Me. Artur Moisés Gonçalves Lourenço

PRINCESA ISABEL

2023

Lima, Fernanda Raimundo de.

L732a Análise da regularização ambiental dos imóveis localizados nas comunidades produtoras de mandioca no município de Princesa Isabel - PB/ Fernanda Raimundo de Lima. – 2023.  
51 f : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior em em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2023.

Orientador(a): Prof. Me. Artur Moisés Gonçalves Lourenço.

1. Meio ambiente. 2. Cadastro ambiental rural. 3. Geoprocessamento. 4. Regularização ambiental. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/PI

CDU 349.418

Catálogo na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Professor José Eduardo Nunes do Nascimento, do IFPB Campus Princesa Isabel.

FERNANDA RAIMUNDO DE LIMA

ANÁLISE DA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DOS IMÓVEIS LOCALIZADOS NAS  
COMUNIDADES PRODUTORAS DE MANDIOCA NO MUNICÍPIO DE PRINCESA  
ISABEL-PB

Monografia apresentada à coordenação do  
Curso Superior de Tecnologia em Gestão  
Ambiental do Instituto Federal de  
Educação da Paraíba- Campus Princesa  
Isabel, como exigência para obtenção do  
título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Aprovado em 16 de maio de 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 Artur Moises Goncalves Lourenco  
Data: 31/07/2023 20:48:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Me. Artur Moisés Gonçalves Lourenço - IFPB

Documento assinado digitalmente  
 THAIS DE FREITAS MORAIS  
Data: 30/07/2023 22:34:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

1º Examinador: Prof. Ma. Thais de Freitas Morais - IFPB

Documento assinado digitalmente  
 ERICKSON MELO DE ALBUQUERQUE  
Data: 31/07/2023 17:32:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

2º Examinador: Prof. Dr. Erickson Melo de Albuquerque - IFPB

PRINCESA ISABEL

2023

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família que  
Sempre me apoiaram e me incentivaram.  
As memórias do Hélio, meu irmão que  
não estará presente para participar deste  
momento.

## AGRADECIMENTO

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais Selma e Ernando e irmãos (Jean, Higor e Helio), que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho, aos meus padrinhos Luiz e Analice que me acolheram em sua casa. Agradeço o Wyllian Victor, que foi um amigo que sempre me acolheu desde quando nos conhecemos, que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico e hoje é o meu esposo, que me apoia diariamente.

Ao professor Mestre Artur Moisés, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade. Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso. À instituição de ensino IFPB- Campus Princesa Isabel-PB, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

*“A pé e de coração leve enveredo pela estrada aberta  
Saudável, livre, o mundo à minha frente À minha frente o  
longo atalho pardo levando-me onde eu queira  
Daqui em diante, não peço boa-sorte.  
Boa-sorte sou eu...”*

Walt Whitman

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a regularização ambiental dos imóveis rurais de produtores de mandioca nas comunidades rurais de Princesa Isabel, Paraíba, Brasil. Os dados foram obtidos através do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e do projeto MAPBIOMAS na plataforma Google Earth Engine (GEE), e analisados utilizando ferramentas de geoprocessamento, como QGIS e o pacote *cleangeo* no ambiente R. Foi constatado que todos os vetores das classes CAR apresentaram erros de geometria, comprometendo as operações de geoprocessamento. A classe de Área de Preservação Permanente (APP) foi a única que não apresentou erros de geometria. Quanto ao uso do solo, cerca de 60% da área total das comunidades são destinados à pastagem e agricultura, enquanto as áreas de vegetação nativa florestal e savânica representam cerca de 38,50%. A maioria dos imóveis rurais cadastrados tem áreas menores que 30 hectares. Recomenda-se a revisão dos vetores das classes CAR para garantir a acurácia dos dados e incentivar ações de conservação ambiental e implementação de políticas públicas que promovam a regularização ambiental dos imóveis rurais, com ações de recomposição de vegetação nativa e incentivos econômicos.

Palavras-chave: GEOPROCESSAMENTO, CADASTRO AMBIENTAL RURAL, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.

## **ABSTRACT**

This study aimed to analyze the environmental regularization of rural properties of cassava producers in the rural communities of Princesa Isabel, Paraíba, Brazil. The data were obtained through the National System of Rural Environmental Registration (SICAR) and the MAPBIOMAS project on the Google Earth Engine (GEE) platform, and analyzed using geoprocessing tools such as QGIS and the cleangeo package in the R environment. It was found that all vectors of the CAR classes showed geometry errors, compromising geoprocessing operations. The Permanent Preservation Area (APP) class was the only one that did not show geometry errors. Regarding land use, about 60% of the total area of the communities is dedicated to pasture and agriculture, while areas of native forest and savanna vegetation represent approximately 38.50%. Most of the registered rural properties have areas smaller than 30 hectares. It is recommended to revise the vectors of the CAR classes to ensure data accuracy and encourage environmental conservation actions and the implementation of public policies that promote the environmental regularization of rural properties, with actions of native vegetation restoration and economic incentives.

**Keywords:** GEOPROCESSING, RURAL ENVIRONMENTAL REGISTRATION, LAND USE AND OCCUPATION.

## Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	28
1.1	OBJETIVOS .....	30
1.1.1	Geral .....	30
1.1.2	Específicos.....	30
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	31
2.1	ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	31
2.2	CADASTRAMENTO AMBIENTAL RURAL .....	32
2.3	CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITES .....	37
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	40
3.2	ETAPAS E PROCEDIMENTOS .....	44
3.2.1	Coleta e pré-tratamento dos dados vetoriais do SICAR.....	45
3.2.2	Dados do Uso do Solo para a área de interesse .....	46
3.2.3	Relatório de inconsistências e previsão da regularização ambiental.....	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
4.1	ANÁLISE DE ERROS NOS VETORES DAS CLASSES CAR .....	50
4.2	USO DO SOLO E CLASSES DE USO NAS COMUNIDADES E IMÓVEIS .....	50
4.3	CONFLITOS ENTRE O USO ATUAL DO SOLO E CLASSE CAR CADASTRADA .....	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	60
	REFERÊNCIAS .....	61
	APÊNDICE .....	63

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 ÁREA DE RESERVA LEGAL.....	35
FIGURA 2- PLATAFORMA MAPBIOMAS.....	38
FIGURA 3- PLANTIO DE MANDIOCA NA COMUNIDADE MOÇA BRANCA.....	41
FIGURA 4- EXEMPLO DE SOLO ARENOSO NA COMUNIDADE RURAL MOÇA BRANCA .....	41
FIGURA 5 – COMUNIDADES RURAIS PRODUTORAS DE MANDIOCA.....	43
FIGURA 6 - IMAGEM DE SATÉLITE DA ÁREA QUE COMPREENDE A COMUNIDADE LAGOA DE SÃO JOÃO NO ANO DE 2019 .....	44
FIGURA 7 – ETAPAS METODOLÓGICAS.....	45
FIGURA 8 – CAPTURA DE TELA DO SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL (SICAR).....	46
FIGURA 9 – INTERFACE R.....	47
FIGURA 10 – IMÓVEIS RURAIS CADASTRADOS APÓS A CORREÇÃO .....	51
FIGURA 11 – USO DO SOLO NO ANO DE 2019 NAS COMUNIDADES ESTUDADAS	52
FIGURA 12 – CLASSES CADASTRADAS DURANTE O PROCESSO DO CADASTRAMENTO AMBIENTAL RURAL (CAR) NOS IMÓVEIS RURAIS NAS COMUNIDADES.....	55
FIGURA 13 – USO ATUAL DO SOLO NAS CLASSES DEFINIDAS NO CADASTRAMENTO AMBIENTAL RURAL (CAR) NOS IMÓVEIS RURAIS .....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- ERROS NAS CLASSES VETORIAIS .....	50
GRÁFICO 2 - CLASSES DO CADASTRAMENTO AMBIENTAL RURAL (CAR) CADASTRADAS NOS IMÓVEIS RURAIS VERSUS O USO ATUAL DO SOLO NOS IMÓVEIS .....	58

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CLASSES DEFINIDAS NA CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS DA COLEÇÃO 5 MAPBIOMAS .....	39
TABELA 2 – EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DA RAIZ DE MANDIOCA EM PRINCESA ISABEL, 2004-2017 .....	42
TABELA 3 – PERCENTAGEM DO USO DO SOLO DAS CLASSES PRESENTES NAS COMUNIDADES E NOS IMÓVEIS .....	53
TABELA 4 – ÁREA E PORCENTAGEM DE CADA CLASSE DO CADASTRAMENTO RURAL AMBIENTAL (CAR) CADASTRADA NAS COMUNIDADES .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar representa uma das principais fontes de rendimento para as comunidades rurais de Princesa Isabel - PB, com a mandioca ocupando a terceira posição em termos de área colhida na região (DINIZ *et al.*, 2018). Em 2017, o município de Princesa Isabel registrou uma área colhida de mandioca de 204 hectares, resultando na produção de 1.836 toneladas da raiz, com um valor total de 918 mil reais (IBGE, 2017). Apesar da relevância da mandiocultura para as famílias rurais, os rendimentos são limitados devido à baixa produtividade das lavouras, às práticas inadequadas de manejo do solo e ao uso de técnicas artesanais de beneficiamento.

A produção de mandioca, particularmente no que se refere ao plantio e ao beneficiamento artesanal, apresenta um alto potencial de degradação ambiental. Entre os fatores que contribuem para tal impacto negativo, estão o desmatamento associado à produção de carvão para os fornos das casas de farinha e a liberação descontrolada de manipueira (efluente da mandioca), cuja composição contém elevadas concentrações de ácido cianídrico (DINIZ *et al.*, 2018). Estima-se que, em 2017, as comunidades rurais de Cedro, Lagoa de São João, Macambira da Lagoa de São João e Moça Branca produziram aproximadamente 814 toneladas de mandioca, gerando mais de duas toneladas de farinha de mandioca e utilizando 2.442 m<sup>3</sup> de lenha na fase de torrefação (DINIZ *et al.*, 2018). A obtenção dessa lenha ocorre por meio do desmatamento desregrado de áreas próximas.

O uso e a ocupação do solo na região são predominantemente caracterizados por agricultores que cultivam mandioca em solos arenosos propícios à cultura. Entretanto, a produção direta de mandioca e o manejo inadequado podem tornar áreas inférteis, levando ao abandono ou à necessidade de recuperação ambiental. Em 2016, o governo federal lançou a plataforma eletrônica do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), disponibilizando dados georreferenciados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para consulta pública (CAVICHIOLI *et al.*, 2008). Essas informações permitem a realização de diversas análises ambientais, incluindo o monitoramento de áreas protegidas por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Conforme Cavichioli *et al.* (2008), a avaliação do uso e ocupação do solo em propriedades rurais para diagnóstico agroambiental em bacias hidrográficas é crucial para auxiliar no manejo da propriedade rural e na tomada de decisão para a implantação de técnicas de produção sustentáveis.

A regularização ambiental dos produtores de farinha na região de Princesa Isabel-PB enfrenta um déficit de informações, visto que, em áreas rurais, a disseminação de informações e a implementação de ações muitas vezes são ineficientes ou inadequadas. Além disso, atualmente o Estado da Paraíba não possui legislação que regule os procedimentos para autorização e operacionalização de casas de farinha.

O objetivo deste trabalho é realizar análise de regularização ambiental dos imóveis localizados nas comunidades produtoras de mandioca no município de Princesa Isabel-PB, utilizando dados de uso e ocupação do solo obtidos por sensores remotos. Vale destacar que esse trabalho foi elaborado a partir das ações de pesquisa e extensão desenvolvidas pelo IFPB em parceria com a EMPAER. Desde 2018 esses dois órgãos realizam estudos e atividades voltadas para os produtores de farinha da região de Princesa Isabel. Essa monografia, portanto, representa mais um passo na direção de suprir a carência de informações na região, proporcionando maior acesso ao conhecimento que possa subsidiar e possibilitando a aplicação de medidas adequadas para a preservação ambiental e a promoção de práticas sustentáveis na produção da mandioca. Através deste diagnóstico, busca-se incentivar o desenvolvimento de políticas públicas que promovam a conservação dos recursos naturais e a melhoria das condições de vida das comunidades rurais envolvidas na cadeia produtiva da mandioca.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Geral

O objetivo deste trabalho é realizar a análise da regularização ambiental dos imóveis localizados nas comunidades produtoras de mandioca no município de Princesa Isabel-PB, utilizando dados de uso e ocupação do solo provenientes da plataforma MAPBIOMAS.

### 1.1.2 Específicos

- Realizar a coleta e pré-tratamento dos dados vetoriais provenientes do SICAR;  
Identificar as classes de uso do solo na área do estudo
- Cruzar os dados de uso do solo cadastrados no SICAR e com o uso do solo obtido via MAPBIOMAS;
- Identificar se há inconsistência nos dados coletados através de relatórios, gráficos e mapas.
-

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

De acordo com Kalisli *et al.* (2011), no mundo contemporâneo, analisar a dinamicidade da sociedade no espaço geográfico e as relações que o homem mantém com o mesmo torna-se de extremamente importante para o de planejamento e monitoramento do espaço, tendo em vista inquietações surgidas nas últimas décadas relacionadas ao uso sustentável dos recursos naturais. Algumas formas de uso e exploração dos recursos naturais podem causar desequilíbrio ecológico gerando degradação do meio ambiente. Fenômenos naturais, como a erosão e a inundação, podem ser potencializados por ações antrópicas. A derrubada de vegetação nativa, por exemplo, pode acelerar os processos erosivos.

podendo ocorrer sob intervenção do Município ou do Estado, que legalmente buscam o desenvolvimento integrado com a proteção ambiental. De acordo com Santos (2004), o uso e a cobertura das terras é um tema básico para planejamento ambiental porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. Os municípios têm em seu Plano diretor lei que aborda o uso e ocupação do solo de acordo com a região, para assim ter uma ordem de como será utilizado o espaço e definir o que pode ser realizado naquela região.

Portanto, o uso e ocupação do solo é o ato onde deve ser analisado de forma adequada o espaço geográfico para implantação de determinadas edificações, ter o controle de sua utilização, onde os municípios que buscam a preservação do meio ambiente deve propor um plano diretor para aplicar legalmente atividades para a proteção ambiental.

De acordo com (KALISKI *et al.*, 2011), nas últimas décadas, a aceleração do processo de urbanização e o desenvolvimento das atividades econômicas e sociais aliadas aos avanços tecnológicos exerceram considerável mudança na cobertura vegetal, muitas vezes desrespeitando a legislação.

No Brasil o uso e ocupação do solo em áreas rurais também ocorre de forma desordenada, gerando acúmulo de problemas tais como; uso abusivo de áreas para cultivos, onde em determinados tempos acabam sendo inutilizáveis devido esgotamento do solo e a ausência de fiscalização acarreta divisão e demarcação de áreas de uso de forma irregular.

Segundo Souza e Mello (2012), algumas ações poderiam ser adquiridas com a intenção de minimizar os impactos antrópicos, como aprofundar os conhecimentos das características físicas, biológicas e ecológicas, para diagnosticar qual a capacidade de suporte e resiliência da área em questão. Este conhecimento poderia ser utilizado pela administração municipal como suporte para elaboração de planejamentos, com a comunidade interessada, dando enfoque na preservação dos recursos naturais.

## 2.2 CADASTRAMENTO AMBIENTAL RURAL

O Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR foi criado por meio do Decreto nº 7.830/2012 e definido como sistema eletrônico de âmbito nacional destinado à integração e ao gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais de todo o País. (CAR, 2019). Essas informações podem ajudar em políticas, programas, projetos, planejamentos ambiental e econômico, e combater o desmatamento ilegal, etc.

O SICAR tem consigo alguns objetivos (CAR,2023), para o seu funcionamento, sendo eles:

1. Receber, gerenciar e integrar os dados do CAR de todos os entes federativos;
2. Cadastrar e controlar as informações dos imóveis rurais, referentes a seu perímetro e localização, aos remanescentes de vegetação nativa, às áreas de interesse social, às áreas de utilidade pública, às Áreas de Preservação Permanente, às Áreas de Uso Restrito, às áreas consolidadas e às Reservas Legais;
3. Monitorar a manutenção, a recomposição, a regeneração, a compensação e a supressão da vegetação nativa e da cobertura vegetal nas áreas de Preservação Permanente, de Uso Restrito, e de Reserva Legal, no interior dos imóveis rurais;
4. Promover o planejamento ambiental e econômico do uso do solo e conservação ambiental no território nacional; e
5. Disponibilizar informações de natureza pública sobre a regularização ambiental dos imóveis rurais em território nacional, na Internet.

O SICAR é o responsável por emitir o Recibo de Inscrição do Imóvel Rural no CAR, que confirma a efetivação do cadastramento e o envio da documentação exigida para a análise da localização da área de Reserva Legal, inclusive perante as instituições financeiras para concessão de crédito agrícola, em qualquer de suas modalidades a partir de 31 de dezembro de 2017.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR), de acordo com o novo Código Florestal (BRASIL, 2012) se propõe-se conceber e agregar eletronicamente as informações ambientais de todas as propriedades e posses rurais em uma base de dados. O cadastro é de caráter público e obrigatório e visa controlar, monitorar, combater o desmatamento e subsidiar o planejamento ambiental e econômico. Para a realização do cadastro é necessário seguir as seguintes etapas: inscrição no CAR, acompanhamento, regularização e negociação. O CAR foi regulamentado através do Decreto nº 7.830/2012. Essa legislação também foi responsável pela regulamentação do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), onde foram estabelecidas as normas de caráter geral para os Programas de Regularização Ambiental”. O cadastramento do imóvel, pode ser realizado em um órgão competente ou o proprietário pode utilizar a plataforma do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental (SICAR) na qual é disponibilizado um aplicativo para computador que pode ser baixado o chamado "Módulo de Cadastro”

O novo Código Florestal (BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro) garante às pequenas propriedades rurais, através do seu Art. 55:

A inscrição no CAR dos imóveis a que se refere o inciso V do art. 3º observará procedimento simplificado no qual será obrigatória apenas a apresentação dos documentos mencionados nos incisos I e II do § 1º do art. 29 (identificação do proprietário ou possuidor rural e comprovação da propriedade ou posse) e de croqui indicando o perímetro do imóvel, as Áreas de Preservação Permanente e os remanescentes que formam a Reserva Legal (Art. 55º).

Após o cadastramento, com as informações cedidas pelos proprietários é possível analisar a situação ambiental das propriedades rurais de qualquer região do país. Estão disponíveis informações: como se a propriedade possui área remanescente de vegetação nativa, área consolidada, qual é a área do imóvel, se existe presença de corpos d'água e nascentes, se o

imóvel está em conformidade com a legislação vigente, caso o mesmo possua Área de Preservação Permanente (APP) e áreas de vegetação nativa destinada a Reserva Legal (RL).

Sobre as áreas cadastradas alguns proprietários não sabem o que são ou se em seu imóvel existe, assim, alguns cadastrados podem ter informações incorretas. Na realização deste estudo as áreas selecionadas dos imóveis da região foram: Área de Preservação Ambiental (APP), Área de Reserva Legal (RL), Área de Imóvel, Vegetação Nativa e Área de Pousio, que de acordo com a EMBRAPA são:

**Área de Preservação Ambiental (APP):** Conforme definição da LEI 12.651/2012 “novo” Código Florestal (BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro); área de preservação permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humana.

- **Área de Reserva Legal (RL):** De acordo com a Lei 12.651/2012, “novo” Código Florestal (BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro)

Todo imóvel rural deve manter uma área com a cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal. Trata-se de área localizada no interior de uma propriedade de posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção da fauna silvestre e da flora nativa. Sua dimensão mínima em termos percentuais relativos à área do imóvel e dependente de sua localização.

A área dos imóveis do estudo que deve ser destinada à Reserva Legal será de 20%, por se localizarem na Caatinga. Se fosse na região do cerrado por exemplo, a porcentagem da área dos imóveis destinada a Reserva Legal (RL) seria de 35%.

Figura 1 Área de Reserva Legal

### Imóvel situado na Amazônia Legal



Imóvel em área de Floresta  
ARL = **80%** da área do imóvel



Imóvel em área de Cerrado  
ARL = **35%** da área do imóvel



Imóvel em área de Campos Gerais  
ARL = **20%** da área do imóvel

### Imóvel localizado nas demais regiões



ARL = **20%** da área do imóvel

Fonte: EMBRAPA,2023

<sup>1</sup> montagem a partir de imagens coletada no site da EMBRAPA, Código Florestal.

- **Área de Imóvel:** De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro, para efeitos de inscrição no CAR, imóvel rural definido como área contínua localizado em zona rural ou urbana, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial, conforme o disposto inciso I do Artigo 4º da Lei nº8.629 de fevereiro de 1993, podendo caracterizar como:
  1. Pequena propriedade ou posse: com área de até 4 módulos fiscais, incluindo as terras indígenas demarcadas e demais áreas tituladas de povos e comunidades tradicionais que façam uso coletivo do seu território.
  2. Média propriedade ou posse: com área superior a 4(quatro) até 15(quinze) módulos fiscais.
  3. Grande propriedade ou posse: com área a 15(quinze) módulos fiscais.

O conjunto de propriedades ou posses, em área contínua, pertencentes às mesmas pessoas, físicas ou jurídicas, será considerado como um único imóvel rural devendo ser feita

uma única inscrição declarando as informações contidas nos respectivos documentos comprobatórios. Ressaltando que não é considerada quebra de continuidade a existência de estradas, córregos e pontes, por exemplo. Para o cumprimento dos percentuais da Reserva Legal, bem como para a definição da faixa de recomposição de Áreas de Preservação Permanente, previstos na Lei 12.651/12, será considerada a totalidade das áreas de propriedades e posses.

- **Vegetação Nativa:** é a área com vegetação nativa em estágio primário ou secundário de regeneração. A recuperação destas áreas fortifica os serviços ecossistêmicos de abastecimentos e regulamentação, como o fornecimento de água e a regulação térmica, reduzindo os riscos de inundação e deslizamentos de terra. (EMBRAPA,2019)
- **Área de pousio:** trata-se da prática de interrupção temporária de atividades ou usos agrícolas, pecuárias ou silviculturas, por no máximo 5(cinco) anos, para possibilitar a recuperação da capacidade de uso ou da estrutura física do solo.

O Código Florestal brasileiro, sancionado em 2012, trouxe o conceito de **área rural consolidada**, e foi caracterizado da seguinte forma: Art. 3º, IV - área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio (BRASIL, 2012).

Realizada a inscrição no CAR, os proprietários e/ou possuidores de imóveis rurais com passivo ambiental relativo à supressão irregular de remanescentes de vegetação nativa, ocorrida até 22 de julho de 2008, em Áreas de Preservação Permanente (APP), de Reserva Legal (RL) e de uso restrito (AUR), poderão solicitar a adesão aos Programa de Regularização Ambiental (PRA) dos Estados e do Distrito Federal, para proceder à regularização ambiental de seus imóveis rurais, que poderá ser efetivada mediante recuperação, recomposição, regeneração ou compensação. A compensação aplica-se exclusivamente às RL suprimidas até aquela data (CAR, 2019).

Os Programas de Regularização Ambiental (PRA) tratam-se de ações em conjunto com os proprietários, para a regularização ambiental de seus imóveis, partindo de iniciativas desenvolvidas pelos mesmos, que se adequam ao cumprimento do disposto no Capítulo XIII da Lei nº 12.651/2012.

Como alternativa de eficácia inferior, os PRA devem garantir que o uso agropecuário a ser consolidado, justificado pela sua essencialidade para a produção, incentive de forma eficiente a adoção de práticas agropecuárias que garantam a conservação do solo (Guidotti *et al*, 2017).

Os PRA devem desenvolver regulamentos e mecanismos de incentivos econômicos que considerem o perfil de produtor. No caso de pequenos imóveis, há um passivo relativamente pequeno em área, mas que se apresentam em um grande número de imóveis dispersos pelo país. Para estes, o déficit é somente em APP. (Guidotti *et al*, 2017).

O processo de recuperação ambiental, pode ser ocorrido por regeneração sem manejo, onde consiste em deixar os processos naturais atuarem livremente ou com manejo consistindo em adotar ações de manejo que induzam os processos de regeneração natural. Outra solução seria o plantio total utilizando práticas de plantio de espécies vegetais (herbáceas, arbustivas e arbóreas), nativas ou não, por meio de sementes ou mudas, para criação de uma comunidade vegetal e também o Sistemas Agroflorestais (SAF).

Bierhals (2016) conclui que o CAR - instituído pelo “Novo” Código Florestal – Lei 12.651/12 - representa uma oportunidade singular de conhecimento da estrutura física dos imóveis rurais, de seus recursos hídricos e vegetais. Principalmente, representa a oportunidade de orientação dos proprietários/possuidores sobre seus direitos e deveres ambientais.

1.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITES

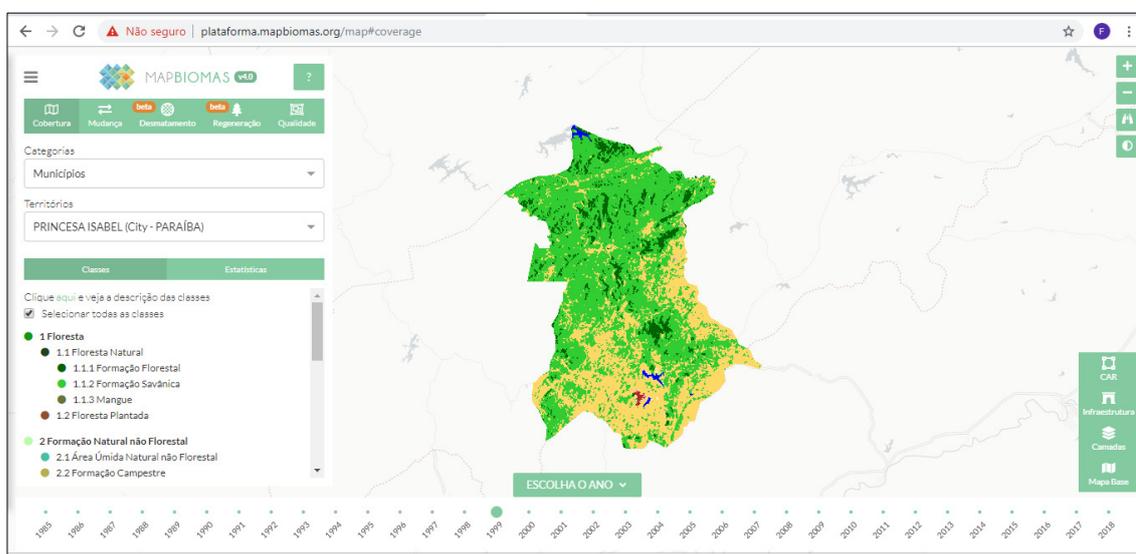
De acordo com Toebe (2011), por meio de imagens de satélite é possível observar o ambiente e sua transformação, destacando elementos da paisagem, tais como o relevo, a vegetação, a água e o uso de solo em diversos períodos de tempo e de extensas áreas da superfície da terra, sendo possível, assim, observar as áreas que obtiveram maiores transformações, sejam elas positivas ou negativas.

As imagens de satélite são de suma importância pois é um recurso que permite análises das mudanças ocorridas no uso do solo, por meio de fontes de dados de origem espaço-temporais. Portanto, para se obter informações a respeito da cobertura da área de forma rápida,

confiável e econômica, utiliza-se as técnicas de sensoriamento remoto como principal ferramenta para auxiliar no mapeamento, identificação e monitoramento das feições terrestres.

O Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS) é uma plataforma online que disponibiliza informações sobre o uso do solo do Brasil e as mudanças dos territórios. Trata-se de um projeto com parceria de ONG, universidades e empresas, com o propósito de mapear a cobertura e o uso do solo. Atualmente existem dados para o período de 1985 a 2020 de cobertura do solo das seguintes classes: Floresta, Uso Agropecuário e Áreas não vegetadas. Assim é possível a criação de mapas sobre alterações do uso e ocupação de solo.

Figura 2- Plataforma MAPBIOMAS



Fonte: MAPBIOMAS (2023).

Todos os mapas anuais de cobertura e uso do solo do MAPBIOMAS são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens dos satélites Landsat. Todo processo é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (*Machine Learning*) através da plataforma Google Earth Engine (GEE), que oferece imensa capacidade de processamento na nuvem. Para facilitar a parametrização dos algoritmos e a organização de todas as etapas de processamento utilizam-se as 556 cartas de 1° x 1,5° (lat/long) do IBGE (MAPBIOMAS, 2019).

O MAPBIOMAS disponibiliza o código de legenda para os valores em *pixel* que estão presentes nos arquivos *raster* de sua coleção, assim são atribuídos aos dados cores de acordo com seus

valores, podendo identificar o que predomina em cada classe. A seguir na Tabela 1 está representado as classes mapeadas para a coleção 5.

Tabela 1 – Classes definidas na classificação das imagens da coleção 5 MAPBIOMAS

<b>Id</b>	<b>Natural/Antrópico</b>	<b>Classe</b>
1	Mosaico	<b>1. Floresta</b>
2	Natural	1.1. Floresta Natural
3	Natural	1.1.1. Formação Florestal
4	Natural	1.1.2. Formação Savânica
5	Natural	1.1.3. Mangue
9	Antrópico	1.2. Floresta Plantada
10	Natural	<b>2. Formação Natural não Florestal</b>
11	Natural	2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa
12	Natural	2.2. Formação Campestre
32	Natural	2.3. Apicum
29	Natural	2.4. Afloramento Rochoso
13	Natural	2.5. Outras Formações não Florestais
14	Antrópico	<b>3. Agropecuária</b>
15	Antrópico	3.1. Pastagem
18	Antrópico	3.2. Agricultura
19	Antrópico	3.2.1. Lavoura Temporária
39	Antrópico	3.2.1.1. Soja
20	Antrópico	3.2.1.2. Cana
41	Antrópico	3.2.1.3. Outras Lavouras Temporárias
36	Antrópico	3.2.2. Lavoura Perene
21	Antrópico	3.3 Mosaico de Agricultura e Pastagem
22	Mosaico	<b>4. Área não Vegetada</b>
23	Natural	4.1. Praia e Duna
24	Antrópico	4.2. Infraestrutura Urbana
30	Antrópico	4.3. Mineração
25	Mosaico	4.4. Outras Áreas não Vegetadas
26	Mosaico	<b>5. Corpos D'água</b>
33	Mosaico	5.1. Rio, Lago e Oceano
31	Antrópico	5.2. Aquicultura
27	Nao identificado	6. Não Observado

Fonte: MAPBIOMAS,2023.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado no município de Princesa Isabel, localizado no sertão da Paraíba, em comunidades rurais que atualmente tem como sua produção agrícola principal a cultura da mandioca. Nestas comunidades a principal fonte de renda é a farinha de mandioca produzida em ambientes artesanais conhecidos como ‘casas de farinha’.

Tradicionalmente esses locais se referem a empreendimentos familiares de pequeno porte, utilizam edificações antigas e em estado de conservação precária. O caráter informal da atividade, as deficiências de infraestrutura e a baixa capacitação técnica resultam em um padrão de comercialização confuso e geram uma série de impactos ambientais e sociais (contaminação do solo pela manipueira, poluição atmosférica, proteção individual dos trabalhadores, desmatamento, etc.) que refletem diretamente na qualidade de vida da população e no sucesso comercial da atividade. (DINIZ, 2018, p.2)

A identificação das comunidades produtoras de mandioca foi feita a partir de pesquisa realizada pela EMPAER, em 2018, com o apoio do IFPB (DINIZ, 2018). O plantio de mandioca é bastante popular em toda a região, no entanto, devido às características do solo, grande parte dos produtores se concentram em quatro comunidades localizadas na zona rural do município, são elas: Cedro, Lagoa de São João, Macambira da Lagoa de São João e Moça Branca.

A produção de mandioca nesta região é propícia devido ao solo que tem como característica o aspecto arenoso e, como o principal objetivo do plantio é obter as raízes, ela necessita de solos profundos e friáveis (soltos) para se desenvolver. A principal espécie cultivada na região é conhecida como “Verdinha” e em praticamente todo o território dessas comunidades há plantação de mandioca. Apesar do cultivo ser realizado de forma bastante artesanal (pouco uso de maquinário) e sem irrigação, a produtividade ainda é atrativa economicamente estimulando o surgimento das pequenas unidades de beneficiamento (casas de farinha). As imagens 3 e 4 demonstram o plantio de mandioca nas comunidades e como o solo da região.

Figura 3- Plantio de Mandioca na comunidade Moça Branca



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Figura 4- Exemplo de solo arenoso na comunidade rural Moça Branca



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

De acordo com Diniz et al. (2018), o rendimento do processo de beneficiamento em Princesa Isabel é de 250 kg de farinha para cada tonelada de raiz. As comunidades, no ano de 2017, declararam a produção de cerca de 814.400 kg de raiz de mandioca para produzir a farinha. Esse valor foi obtido a partir de questionários aplicados pela EMPAER junto aos produtores da região. Vale mencionar que, segundo os técnicos da EMPAER, os dados de produção auto-declarados muitas vezes podem estar subestimados, pois os produtores costumam informar uma produção menor do que a realidade por temerem a perda de benefícios socioassistenciais ou o acesso a determinadas políticas públicas voltadas para a população rural de baixa renda. Outro indício da falta de precisão dos dados se refere aos números disponibilizados pelo IBGE em relação à produção de raiz no município de Princesa Isabel. A tabela abaixo mostra que os valores declarados pelos produtores ao longo dos últimos 13 anos está bem abaixo do que foi declarado por eles na pesquisa da EMPAER em 2018.

Tabela 2 – Evolução da produção da raiz de mandioca em Princesa Isabel, 2004-2017

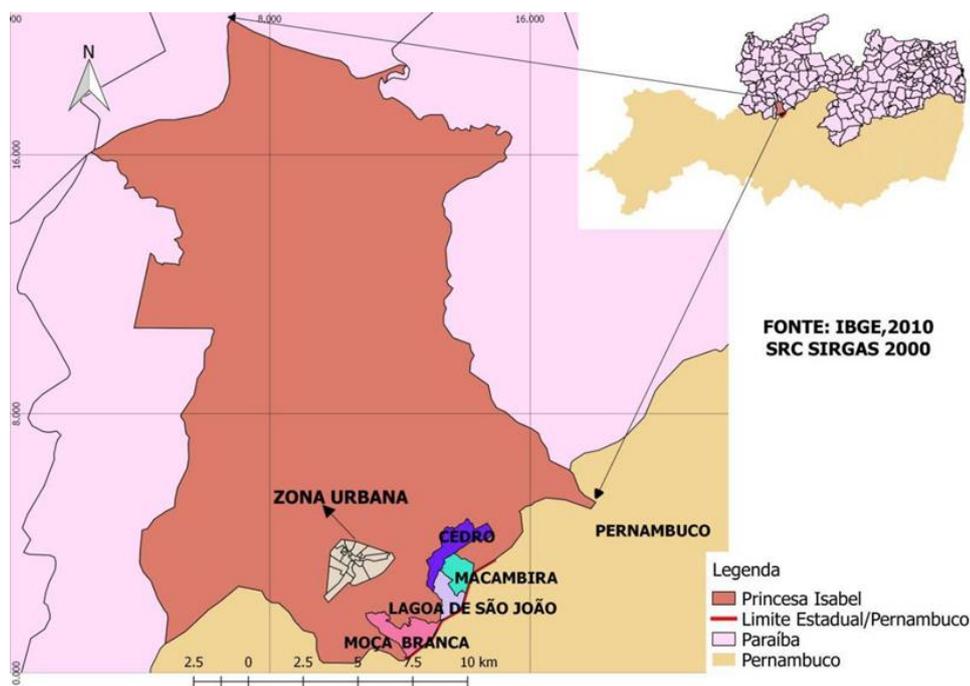
Ano	Quantidade produzida (em toneladas)	Valor da produção (R\$)	Valor da tonelada (R\$)	Área plantada (ha)	Área colhida(ha)	Rendimento o médio(kg/ha)
2004	3520	528.000,00	150,00	320	320	11000
2005	<b>5320</b>	851.000,00	159,96	<b>380</b>	<b>380</b>	<b>14000</b>
2006	3300	495.000,00	150,00	300	300	11000
2007	3300	528.000,00	160,00	300	300	11000
2008	3531	636.000,00	180,12	321	321	11000
2009	3300	561.000,00	170,00	300	300	11000
2010	1800	306.000,00	170,00	300	300	6000
2011	2750	522.000,00	189,82	250	250	11000
2012	1600	466.000,00	291,25	200	200	8000

2013	640	358.000,0 0	559,38	80	80	8000
2014	1800	864.000,0 0	480,00	180	180	10000
2015	990	495.000,0 0	500,00	110	110	9000
2016	990	619.000,0 0	625,25	110	110	9000
2017	1836	<b>918.000,0</b> <b>0</b>	500,00	204	204	9000

Fonte: IBGE, 2018.

Na Figura 5 é apresentado um mapa com a área de estudo do projeto, as comunidades e o limite estadual da região.

Figura 5 – Comunidades rurais produtoras de mandioca



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 6 é apresentada uma imagem de satélite, de junho de 2019, da área que compreende a comunidade Lagoa de São João, esta que possui a maior área de produção

de mandioca, é possível identificar as áreas de plantio de mandioca em tons de cinza claro devido as características do solo da região anteriormente mencionadas.

Figura 6 - Imagem de satélite da área que compreende a comunidade Lagoa de São João no ano de 2019



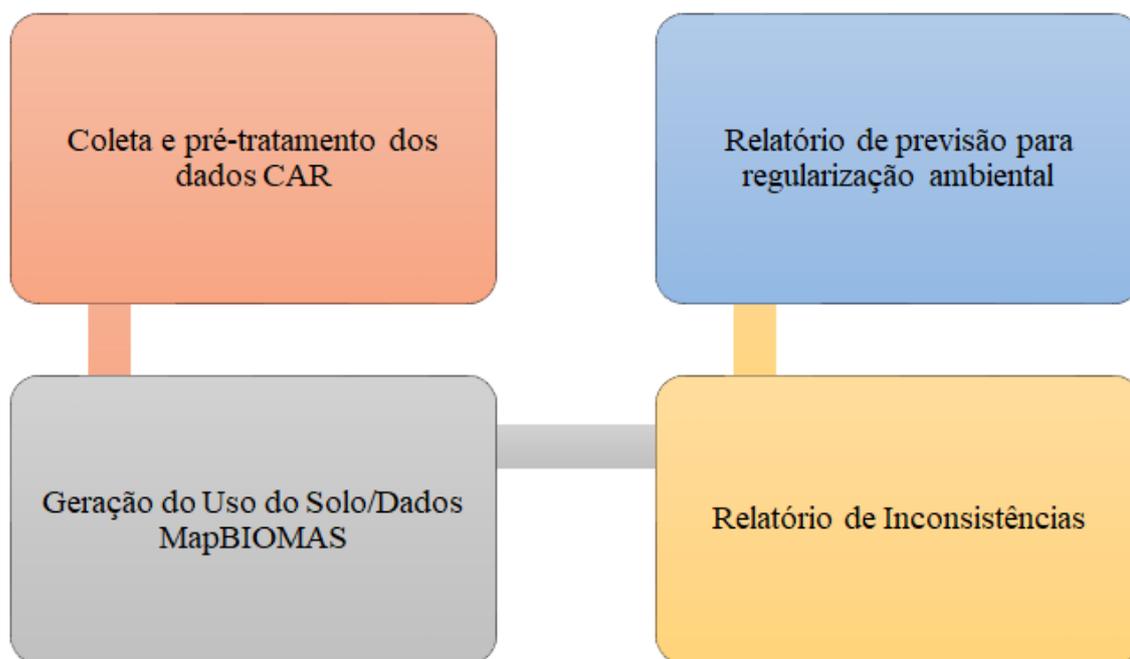
Fonte: Elaboração própria (2023).

### 3.2 ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Tendo em vista que o objetivo do estudo consistiu em analisar e diagnosticar a regularização ambiental dos imóveis rurais produtores de mandioca localizados no município de Princesa Isabel, utilizou-se uma metodologia de caráter quantitativo. O estudo optou por realizar a análise de dados georreferenciados, portanto, todos os resultados foram obtidos a partir de técnicas de geoprocessamento. No que se refere à origem dos dados, a pesquisa fez uso de dados secundários oriundo de três fontes: Sistema de Cadastro Ambiental (SICAR), MAPBIOMAS

[1] e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).. A Figura 7 apresenta o fluxo da metodologia que foi adotada neste projeto.

Figura 7 – Etapas Metodológicas



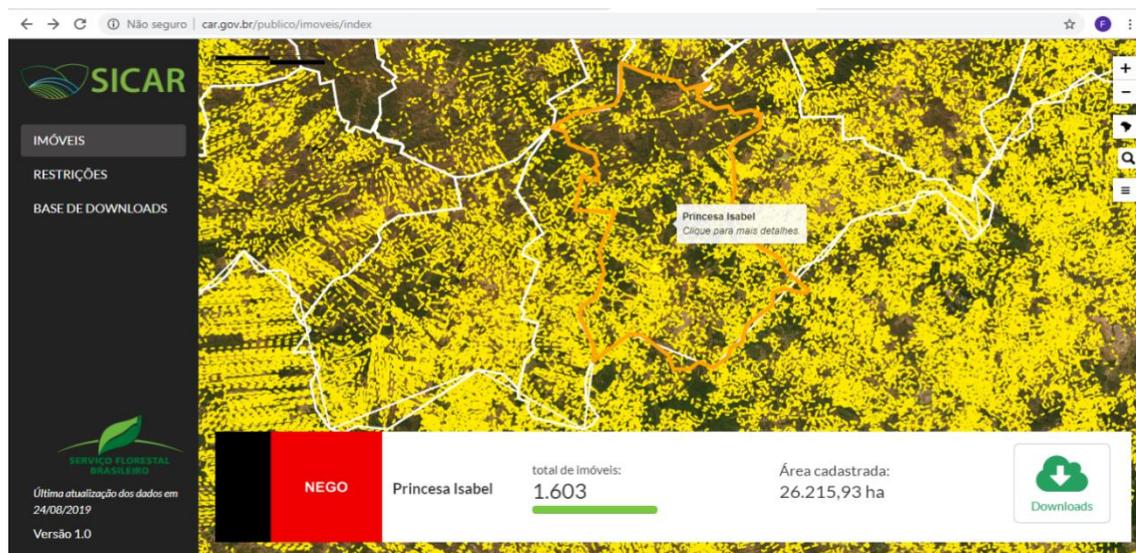
Fonte: Elaboração própria (2023).

[1] O MAPBIOMAS é um projeto de mapeamento anual do uso e cobertura da terra no Brasil. O projeto é uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima) e é produzido por uma rede colaborativa de co-criadores formado por ONGs, universidades e empresas de tecnologia organizados por biomas e temas transversais.

### 3.2.1 Coleta e pré-tratamento dos dados vetoriais do SICAR

Nesta etapa foi realizado o *download* dos dados vetoriais dos imóveis rurais disponibilizados pelo sistema web SICAR da área em estudo. Os dados disponibilizados pelo SICAR são um conjunto de arquivos vetoriais onde cada arquivo individual representam uma classe definida no processo do CAR. Para a área em estudo as seguintes classes estão presentes: Área consolidada, Área em Pousio, Reserva Legal, Servidão Administrativa e Vegetação Nativa. Na Figura 8 é apresentado a tela principal de acesso aos dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR).

Figura 8 – Captura de tela do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR)



Fonte: SICAR,2023

Após a coleta de dados do município de Princesa Isabel na plataforma SICAR, foram aplicadas ferramentas de geoprocessamento aos dados vetoriais para identificar: sobreposição de áreas de imóveis, erros de geometria, imóveis com áreas que ultrapassam os limites estaduais e sobreposição entre as classes de uso e áreas de imóveis. O processamento destes dados foi realizado utilizando o software QGIS 3.6.1 *Noosa* e o pacote *cleangeo* no ambiente R.

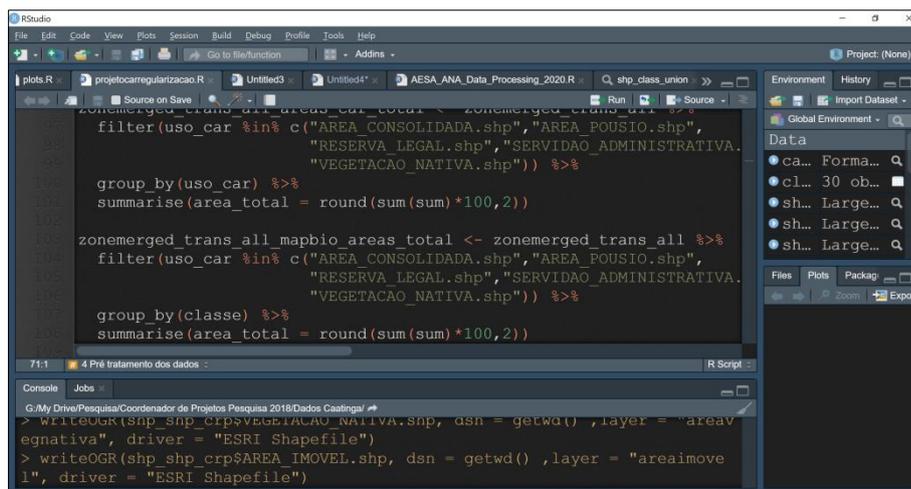
O Software QGIS 3.6.1 *Noosa* é utilizado na área de geoprocessamento para a geração de mapas, utilizando várias projeções, sendo compostos de camadas vetoriais ou *raster*, sendo realizado de formas diferentes, gerando uma variedade de produtos para fins diversos. Utilizou-se a ferramenta Verificador de Topologia do QGIS, para verificação de erros no arquivo vetorial fornecido pelo SICAR, foram eles: sobreposição, geometrias inválidas, feições multiparte, lacunas, geometrias duplicadas e interseções de geometrias. Essa ferramenta informa em qual feição está o erro e a quantidade de erros encontrados. Já o pacote *cleangeo* foi utilizado para realizar a correção dos erros de geometrias encontrados. Os limites das comunidades foram definidos e fornecidos por Diniz *et al.* (2018).

### 3.2.2 Dados do Uso do Solo para a área de interesse

Uma vez definido os limites dos imóveis rurais, o próximo passo foi obter as informações sobre o uso do solo. Foi utilizado um *script* para realização do download da coleção cinco dos dados do projeto MAPBIOMAS, na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), para serem processados no ambiente R.

O R é uma linguagem e ambiente para análise estatística e produção de gráficos, um projeto GNU semelhante a linguagem S, foi desenvolvido pelos estatísticos Ross Ihaka e Robert Gentleman na década de 1990, quando precisavam utilizar programas pagos em seus projetos. O R oferece uma grande variedade de estatísticas (modelagem linear e não-linear, testes estatísticos clássicos, análises de séries temporais, classificação, agrupamento, etc.) e técnicas gráficas extensíveis, que fornecem uma rota de código aberto para que haja participações entre programadores (R, 2017). A figura 9 apresenta a interface do R.

Figura 9 – Interface R



RStudio. Fonte: Autor

Foi utilizado o Ambiente Integrado de Desenvolvimento (IDE, do inglês *Integrated Development Environment*) RStudio. Na interface do programa RStudio foi desenvolvido um script, o qual foi dividido em três etapas:

- Etapa 1:

1 - Importação da planilha com os códigos das classes utilizadas para definir a simbologia das imagens de satélite para o bioma caatinga;

2 - Importação dos arquivos vetoriais disponibilizados pelo SICAR referente aos usos cadastrados no CAR das propriedades rurais;

3 - Importação do arquivo *raster* disponibilizado pelo MAPBIOMAS contendo a classificação do bioma Caatinga;

Nesta primeira etapa ocorreu a importação dos dados disponibilizado pelo IBGE, SICAR e MAPBIOMAS, o *shapefile* do município de Princesa Isabel, dados das classes sendo elas; reserva legal, área de imóvel, área consolidada, hidrografia, APP, vegetação nativa, área de pousio e uso restrito, e o *raster* da caatinga banda 33. Deu-se assim início ao tratamento dos dados, gerando nomes para os *shapefile* e listas, realizando a leitura dos códigos e classes de legenda.

- Etapa 2:

1 - Geração da paleta de cores para as classes definidas para o bioma Caatinga;

2 - Recorte do arquivo *raster* pelas classes definidas nos dados vetoriais do SICAR;

3 - Calcular a área de cada uso do solo definidos nas classes do MAPBIOMAS para cada classe definida no SICAR;

Foi realizado na segunda etapa a definição de cores para cada classe, utilizando a rampa de cores importadas, após isso realizou o corte das classes sob o *raster*, seguinte calculou-se a área de cada uso do solo de acordo com o código de legenda, para a área da classe do SICAR.

- Etapa 3:

1 - Geração dos mapas de uso de solo para cada classe do SICAR;

2 - Construção de Tabelas e Gráficos;

3 - Identificação dos conflitos de uso.

Na terceira etapa, foram gerados os mapas, gráficos e tabelas apresentando o quantitativo das áreas de cada classe fornecidas pelos dados do SICAR e MAPBIOMAS.

Para a criação dos gráficos foi utilizado o pacote *ggplot* no R, tendo como resultado gráficos naturalmente elegantes, customizáveis e que tem estrutura padronizada de funções,

deixando assim o aprendizado mais intuitivo e sendo também possível criar uma imensa gama de gráficos com poucas linhas de códigos.

### 3.2.3 Relatório de inconsistências e previsão da regularização ambiental

Finalmente, na última etapa foram produzidos tabelas, mapas e gráficos que identificam as inconsistências em todas os temas disponíveis das classes CAR e o uso atual fornecido pelos dados do MAPBIOMAS.

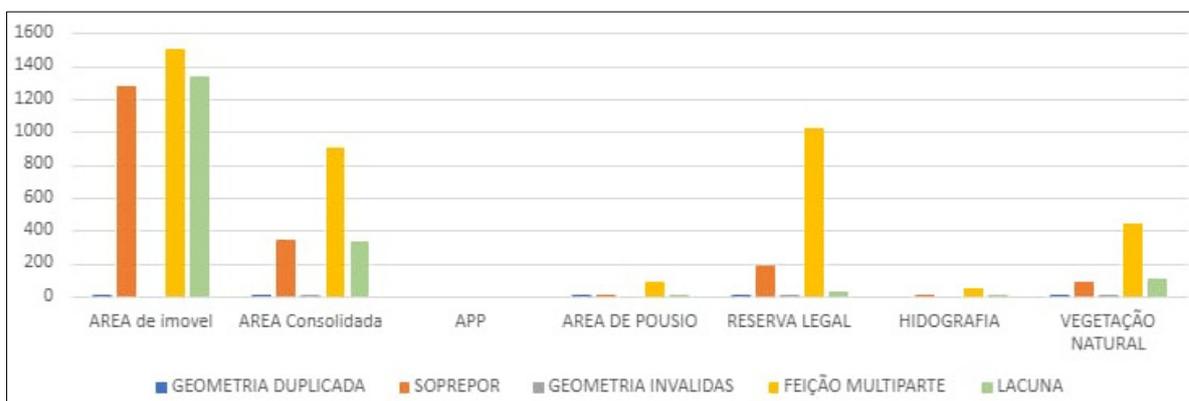
Da mesma forma será apresentado quantitativamente os valores por imóvel, por comunidade e por município, da porcentagem de regularização ambiental segundo os temas definidos no código florestal para APP e Vegetação Remanescente.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DE ERROS NOS VETORES DAS CLASSES CAR

Foram encontrados erros de geometria em todas as classes de vetores analisados, excluindo-se a classe APP (Gráfico 1). O vetor que apresenta os limites dos imóveis foi o que apresentou o maior número de erros, destacando-se sobreposição de polígonos, feições multipartes e lacunas. Esses erros impedem uma série de operações de geoprocessamento, como cálculo de áreas, recorte e mesclagem. Esses erros também refletem a problemática do mapeamento do CAR no Brasil uma vez que não houve padronização em termos de acurácia posicional para a captura dos vértices.

Gráfico 1- Erros nas Classes Vetoriais



Fonte: Autor (2023)

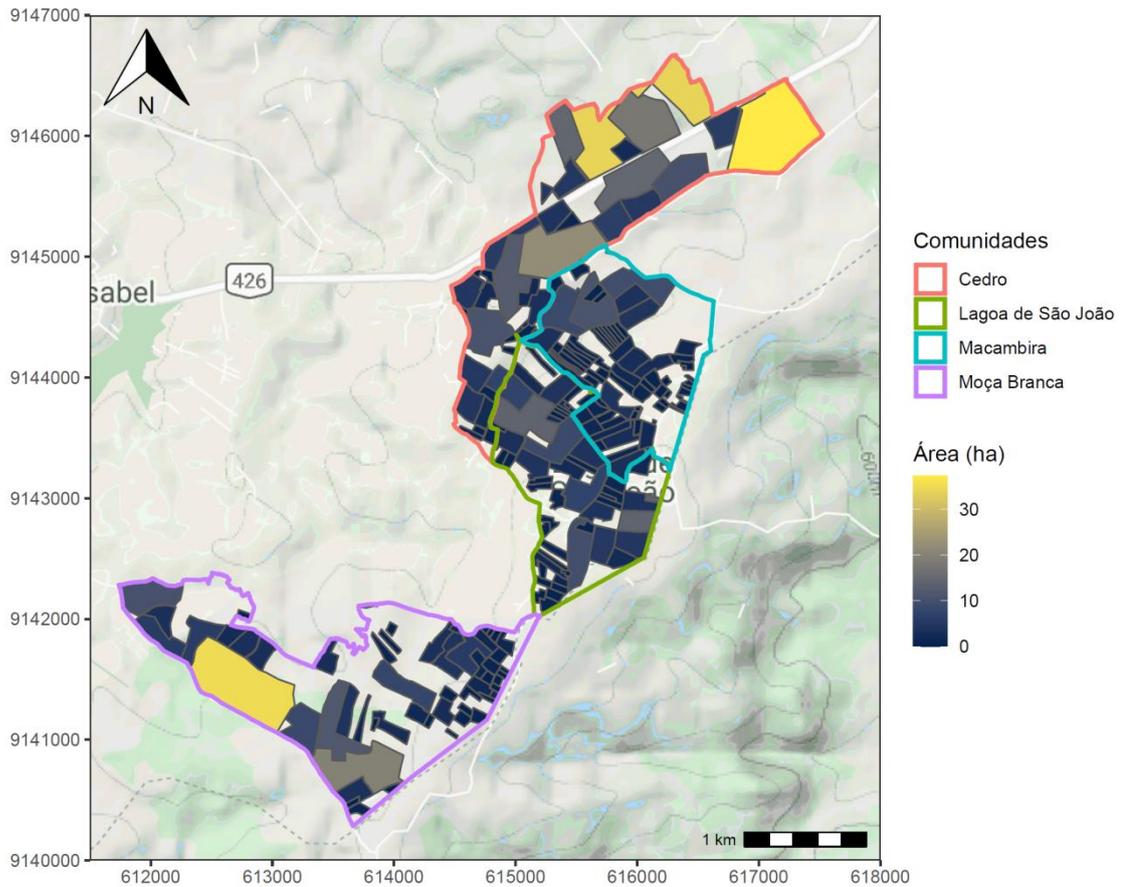
Como apresentado na Figura 8, a classe APP foi a única que não apresentou erros de geometria o que pode ser explicado pelo método automático geralmente empregado para a delimitação de APP.

A área total que compreende as comunidades estudadas é de 944,8 hectares. Já a área total de imóveis contidos nas comunidades foi de 743,1 hectares. Essa diferença se dá devido aos imóveis que não foram cadastrados e às áreas da união não identificadas.

### 4.2 USO DO SOLO E CLASSES DE USO NAS COMUNIDADES E IMÓVEIS

Na Figura 10 são apresentados os imóveis rurais cadastrados nas comunidades após a correção de geometrias nos vetores fornecidos no SICAR.

Figura 10 – Imóveis rurais cadastrados após a correção

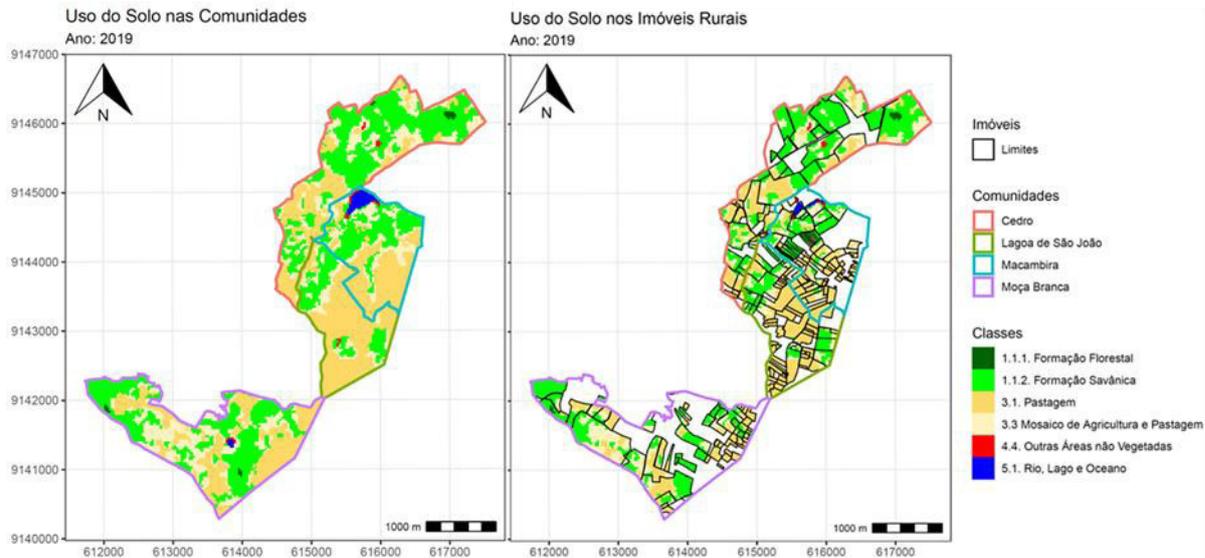


. Fonte Autor (2023)

Cerca de 95% dos imóveis são menores que o valor de 19,2 hectares que corresponde a um módulo fiscal no estado da Paraíba. Isso reflete o fato de a grande maioria dos agricultores na região estarem classificados como agricultores familiares. As comunidades Lagoa de São João e Macambira concentram a maioria dos imóveis com as menores áreas. Na comunidade do Cedro, os imóveis com as maiores áreas concentram atividades agroindustriais não relacionadas com a produção de farinha.

Os mapas de uso do solo gerados a partir dos dados do MAPBIOMAS para as comunidades (esquerda) e com recorte para os imóveis rurais (direita), são apresentados na Figura 11.

Figura 11 – Uso do solo no ano de 2019 nas comunidades estudadas



Fonte: Autor (2023)

As classes enquadradas como tipo natural na comunidade correspondem a aproximadamente 38,50% da área total, estas que são remanescentes de vegetação nativa florestal e savânica. Já os usos antrópicos equivalem a cerca de 60% da área das comunidades se dividindo entre áreas de pastagem e agricultura. Comparando com as porcentagens das áreas considerando os imóveis rurais cadastrados (ver Tabela 2) percebe-se um comportamento muito similar.

Referente a todas as áreas de vegetação nativa encontradas nos imóveis rurais, pode-se constatar que *a priori* a porcentagem estaria de acordo com o código florestal brasileiro, Lei Nº 12.651/2012, que determina o valor de 20% para o bioma Caatinga, entretanto destaca-se que há imóveis que não possuem qualquer remanescente florestal. Dessa forma haveria a possibilidade da regularização dos possuidores de terras via Compensação de Reserva Legal (CRL). O CRL é um título que designa uma região com vegetação nativa que pode ser utilizada para compensar a ausência de reserva formal em outra propriedade. Portanto, os produtores com terras com reserva legal abaixo do mínimo exigido podem negociar com os proprietários rurais que possuem excedente de reserva legal.

Apesar desta ser uma saída para regularização dos produtores, essa compensação enfraquece o processo de recomposição de vegetação nativa, em especial a reserva legal, e possivelmente diminui a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) trazido pelo

código florestal. A Tabela 3 apresenta o uso do solo de acordo com as classes presentes nas comunidades e imóveis.

Tabela 3 – Percentagem do uso do solo das classes presentes nas comunidades e nos imóveis

<b>TIPO</b>	<b>CLASSE</b>	<b>ÁREA COMUNIDADES (%)</b>	<b>ÁREA IMÓVEIS (%)</b>
<b>NATURAL</b>	1.1.1. Formação Florestal	0,37	0,45
<b>NATURAL</b>	1.1.2. Formação Savânica	38,18	39,43
<b>ANTRÓPICO</b>	3.1. Pastagem	38,38	36,86
<b>ANTRÓPICO</b>	3.3 Mosaico de Agricultura e Pastagem	21,71	22,48
<b>MOSAICO</b>	4.4. Outras Áreas não vegetadas	0,421	0,34
<b>MOSAICO</b>	5.1. Rio, Lago e Oceano	0,94	0,44

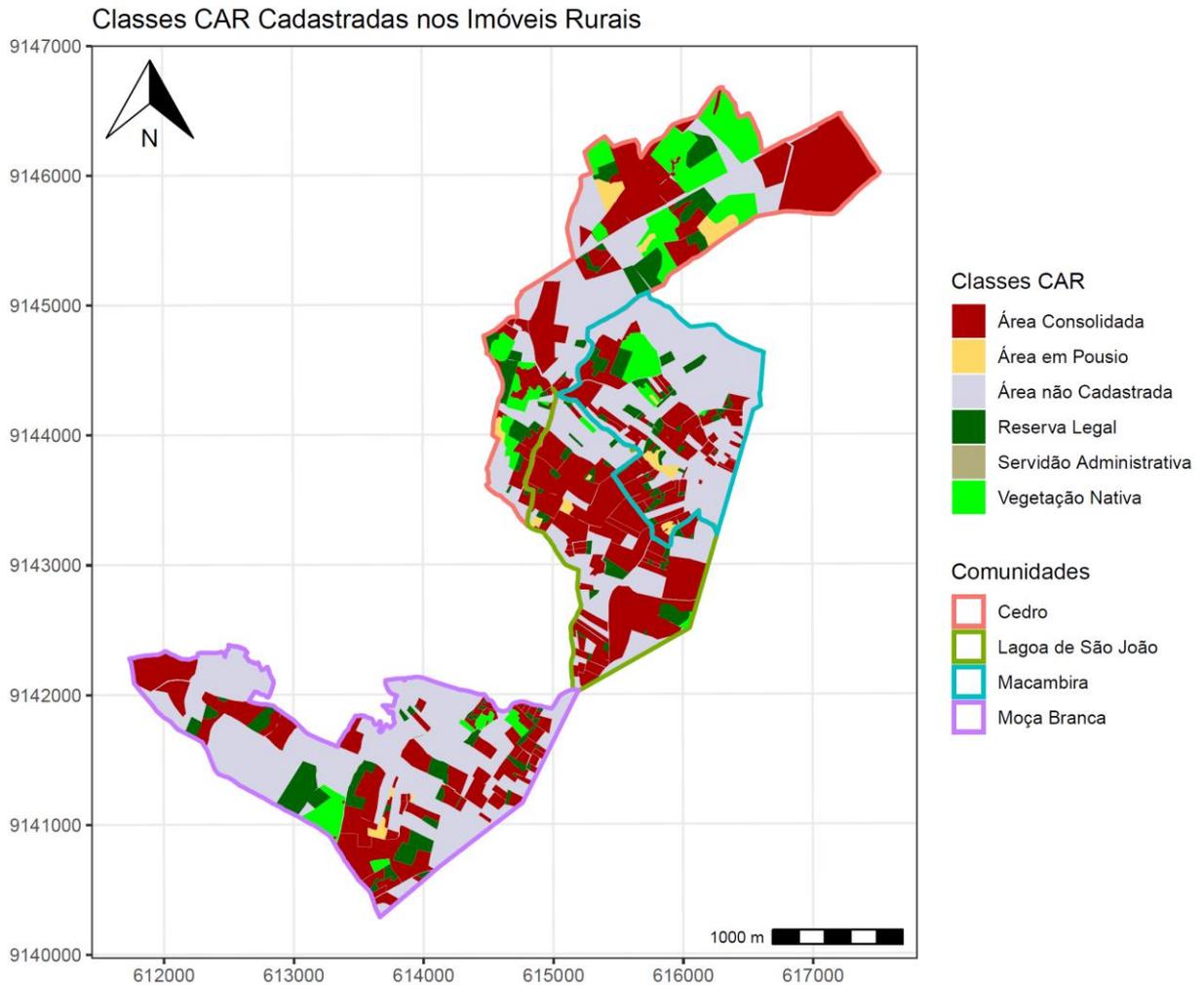
Fonte: Autor, 2023.

Nos imóveis rurais localizados nas comunidades estudadas foram encontradas 5 classes do CAR cadastradas, como pode ser visualizado no mapa apresentado na Figura 12.

Cerca de 56% das áreas dos imóveis foram cadastradas como área consolidada. Estas áreas são consideradas ocupações antrópicas com benfeitorias e edificações, além de atividades agrossilvipastoris se conduzidas em regime de pousio.

Em especial as comunidades de Lagoa de São João e Macambira foram as que apresentaram maior concentração de áreas consolidadas. Há uma tendência de os proprietários dos imóveis declararem a maior parte da área do imóvel como área consolidada, tendo em vista que eles entendem que após a declaração e cadastro no CAR essas áreas não poderão ter seu uso alterado. As áreas com nenhuma classe cadastrada correspondem a 17,8% do total das comunidades.

Figura 12 – Classes cadastradas durante o processo do Cadastramento Ambiental Rural (CAR) nos imóveis rurais nas comunidades.



Fonte Autor (2023)

Mais uma vez a soma das classes Vegetação Nativa e Reserva Legal ultrapassa o valor de 20% estabelecido para o bioma, dando margem para que os produtores possam entre si viabilizar a regularização via CRL. Entretanto, vale ressaltar que reservas legais já averbadas e não em fase de propositura não poderão ser utilizadas neste tipo de negociação. A tabela 4, representa a área e porcentagem de cada classe cadastrada das comunidades

Tabela 4 – Área e porcentagem de cada classe do Cadastro Rural Ambiental (CAR) cadastrada nas comunidades

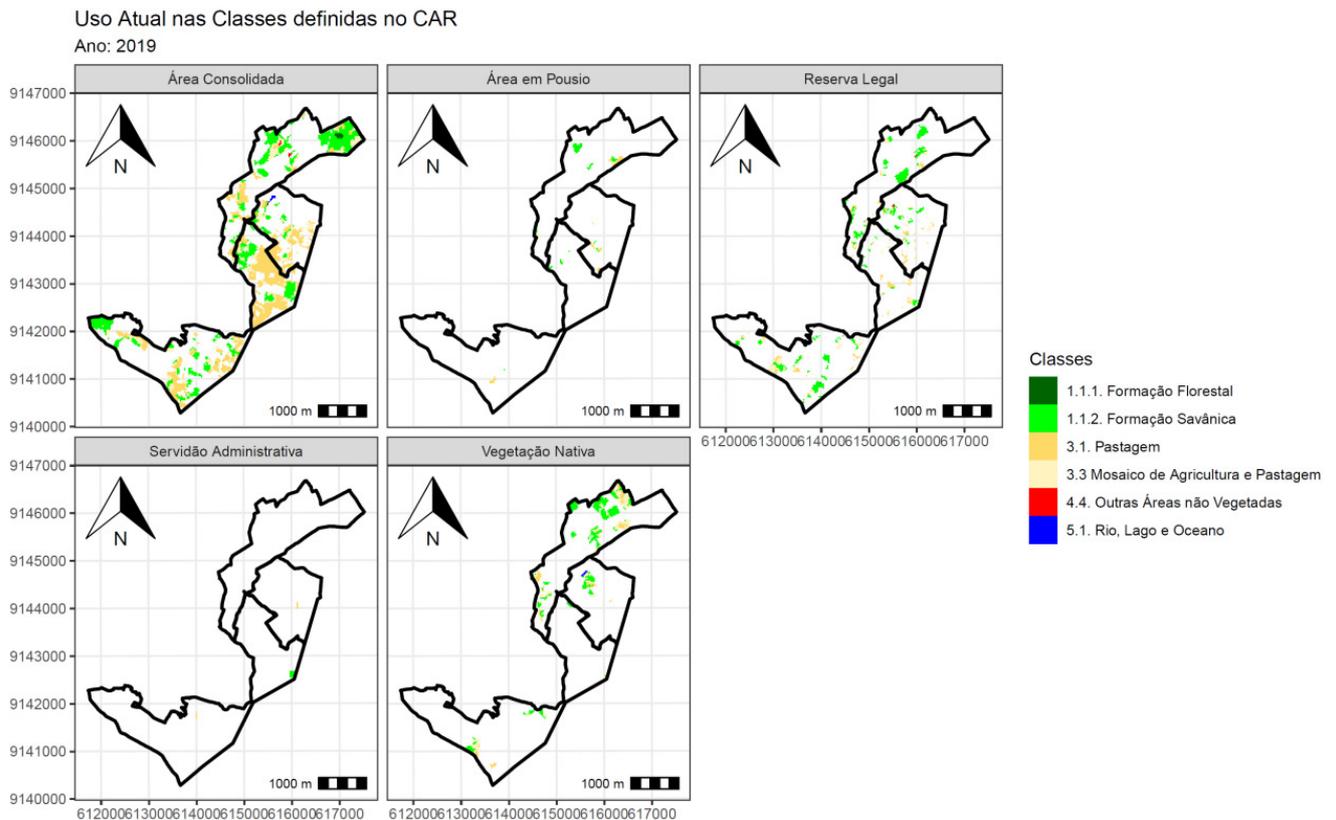
<b>CLASSE</b>	<b>ÁREA (HA)</b>	<b>ÁREA (%)</b>
Área Consolidada	421,82	56,76
Área em Pousio	16,15	2,17
Servidão Administrativa	0,47	0,06
Vegetação Nativa	82,66	11,12
Reserva Legal	89,52	12,05
Não cadastrado	132,47	17,83

Fonte: Autor,2023.

#### 4.3 CONFLITOS ENTRE O USO ATUAL DO SOLO E CLASSE CAR CADASTRADA

Na Figura 13 são apresentados os mapas com o uso atual do solo para cada classe CAR cadastrada nos imóveis rurais. Nos mapas é possível visualizar espacialmente a distribuição dos usos. A classe Área Consolidada, que corresponde a mais de 50% da área total dos imóveis, teve a maior quantidade de usos inseridos, totalizando 6 tipos de uso.

Figura 13 – Uso atual do solo nas classes definidas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) nos imóveis rurais

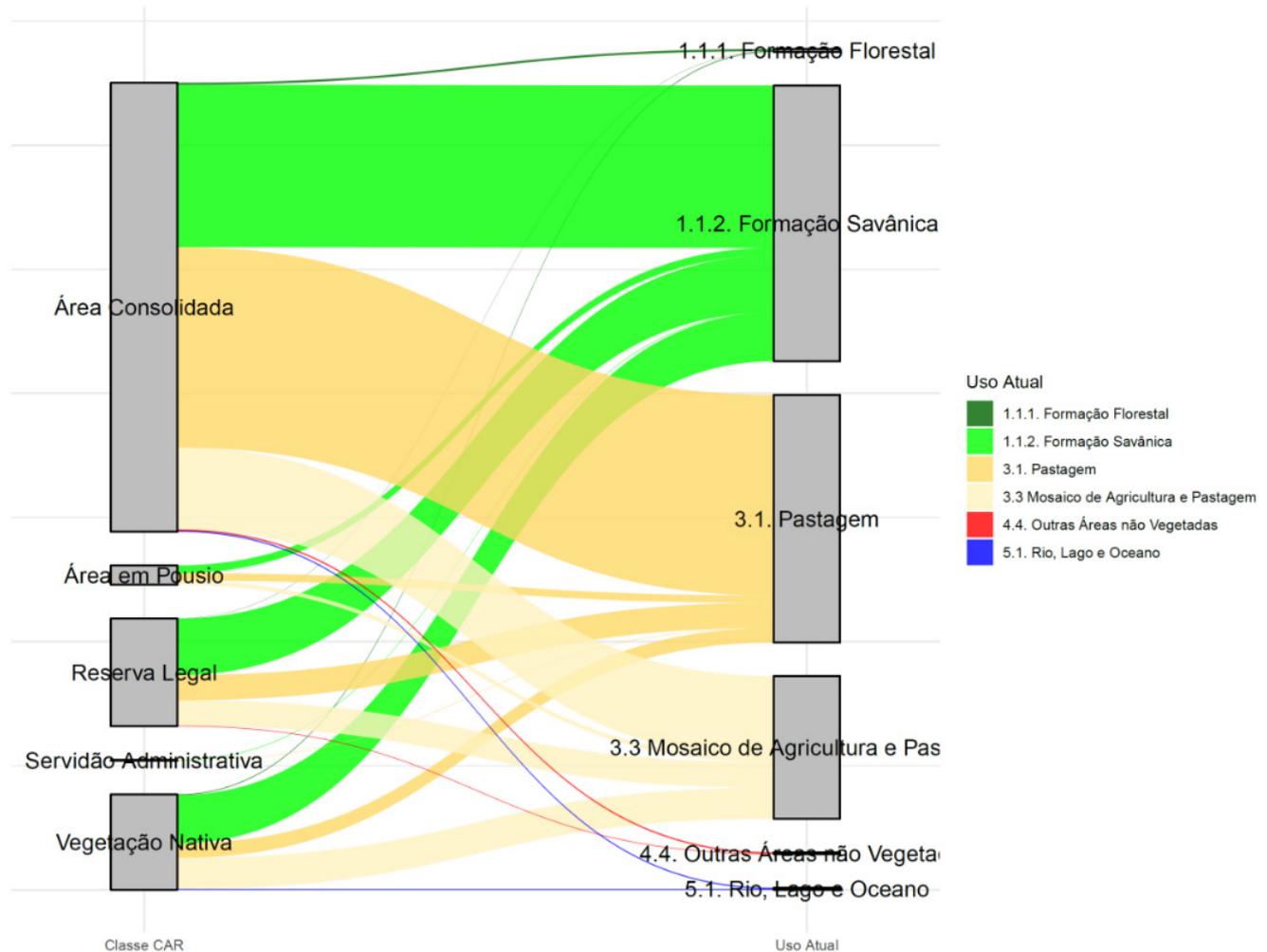


Fonte: Autor (2023)

A comunidade Lagoa de São João, que apresentou o menor percentual de áreas não cadastradas, apresentou quase a totalidade de sua área exclusivamente cadastrada como Área Consolidada. Esta é a principal comunidade produtora de mandioca. A mesma ainda foi a única comunidade que não apresentou áreas cadastradas como Vegetação Nativa e a menor comunidade entre todas no quesito áreas de Reserva Legal cadastradas.

No gráfico 2 é possível visualizar proporcionalmente quais os usos atuais foram cadastrados para cada classe CAR. Na classe Área Consolidada o uso do solo com maior participação foi o de Pastagem seguido por Formação Savânica e Mosaico de Agricultura e Pastagem. Segundo o código florestal, Área Consolidada é a área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio. Dessa forma nenhum dos principais usos encontrados se encontram em consonância como definido na lei.

Gráfico 2 - Classes do Cadastro Ambiental Rural (CAR) cadastradas nos imóveis rurais versus o uso atual do solo nos imóveis



Fonte: Autor (2023)

Esse resultado reflete mais uma vez a tendência do enquadramento de áreas do imóvel rural na classe Área Consolidada. Isso levanta uma preocupação especial no tocante à vegetação nativa, visto que essas áreas podem ter sido cadastradas propositadamente para então posteriormente serem desmatadas, caso o imóvel já tenha o percentual de reserva legal.

Os usos Outras Áreas Não Vegetadas e Rio, Lago e Oceano seriam usos que se encaixariam no cadastro de Área Consolidada, que nos imóveis representam uma área de apenas 1,9 ha. Na classe rio, lago e oceano, a qual compreende também os reservatórios e pequenos açudes, existe uma subestimação das áreas alagadas visto que essa região enfrentou a maior seca já registrada na série histórica acarretando o colapso de pequenos de grandes reservatórios.

Cerca de 50% dos usos encontrados nas áreas cadastradas como Reserva Legal se encontram em desalinhamento com o código florestal. Neste estudo não foi feito o levantamento dos imóveis que não possuíam qualquer remanescente de vegetação nativa, assim pode haver casos que a área relativa à Reserva Legal foi declarada para uma possível recomposição florestal, mas que mesmo assim configura uma situação não regular.

Com relação à vegetação nativa, cerca de 51% (39,6 ha) correspondem a remanescentes de Formação Florestal e Savânica. Somando todas as áreas com usos referentes e Formações Florestais e Savânicas tem o total de 224,48 ha que correspondem a 41,4% de toda a área dos imóveis e é o dobro das áreas de vegetação originalmente cadastradas no CAR.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada no estudo, que consistiu em analisar e diagnosticar a regularização ambiental das comunidades rurais produtores de mandioca, permitiu a coleta e pré-tratamento dos dados vetoriais do SICAR, bem como a identificação da sobreposição de áreas de imóveis, erros de geometria, imóveis com áreas que ultrapassam os limites estaduais e sobreposição entre as classes de uso e áreas de imóveis.

Além disso, a utilização de ferramentas de geoprocessamento, como o QGIS e o pacote *cleangeo* no ambiente R, permitiu a verificação e correção dos erros encontrados nos arquivos vetoriais fornecidos pelo SICAR, garantindo assim a confiabilidade dos dados utilizados na análise. Dessa forma, a análise dos dados do uso do solo para a área de interesse, obtidos por meio do projeto MAPBIOMAS na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), proporcionou informações importantes sobre a distribuição do uso do solo nas comunidades rurais de Princesa Isabel e contribuiu para a identificação de áreas que necessitam de medidas de regularização ambiental.

Os resultados indicaram que todos os vetores das classes CAR apresentaram erros de geometria, com a sobreposição de polígonos, feições multiparte e lacunas. Esses erros comprometem as operações de geoprocessamento e refletem a falta de padronização na acurácia posicional na captura dos vértices. A classe de Área de Preservação Permanente (APP) foi a única que não apresentou erros de geometria, provavelmente devido ao método automático utilizado para a delimitação. Em relação ao uso do solo, cerca de 60% da área total das comunidades são destinados à pastagem e agricultura, enquanto as áreas de vegetação nativa florestal e savânica representam cerca de 38,50%. A maioria dos imóveis rurais cadastrados tem áreas menores que 30 hectares, refletindo a predominância de agricultores familiares na região.

É importante ressaltar que algumas propriedades rurais não possuem qualquer remanescente florestal, o que poderia ser regularizado por meio da Compensação de Reserva Legal (CRL), que consiste na negociação entre proprietários para compensar a ausência de reserva legal em uma propriedade. No entanto, essa prática enfraquece o processo de recomposição de vegetação nativa e pode diminuir a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) previsto pelo Código Florestal. Diante dos resultados, recomenda-se a revisão dos vetores das classes CAR para garantir a acurácia dos dados. Além disso, é importante incentivar ações de conservação ambiental e implementar políticas públicas que promovam a

regularização ambiental dos imóveis rurais, com ações de recomposição de vegetação nativa e incentivos econômicos para a adoção de práticas sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

BIERHALS, Daiana Fonseca. **Contribuição do Cadastro Ambiental Rural - CAR para o conhecimento da situação ambiental das pequenas propriedades rurais do Município de Pelotas - RS**. 2016. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – Rs, 2016.

BRASIL. **Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012**. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei n o 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

DINIZ, P. T. G. A. et al. Caracterização socioambiental do sistema de produção das casas de farinha do Município de Princesa Isabel – PB. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 9., 2018, São Bernardo do Campo/SP. **Anais [...]**. São Bernardo do Campo/SP, 2018. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/XI048.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

KALISKI, Aline Duarte; FERRER, Tânia Rodrigues; LAHM, Regis Alexandre. Análise Temporal Do Uso Do Solo Através De Ferramentas De Geoprocessamento - Estudo De Caso: Município De Butiá/RS. **Para Onde!?**, [S.l.], v. 4, n. 2, ago. 2011. ISSN 1982-0003. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/paraonde/article/view/22112>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

MELO, N.M de; PACHECO, C.R.O.; MACHADO, C.E.T.; FARIAS, C. A. Labogeo: diagnóstico ambiental dos solos do município de Teresópolis- RJ. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 19 a 22/11/2012. Disponível em: [<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/XI-044.pdf>]. Acesso em: 11/04/2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR. Disponível em: <http://www.car.gov.br/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O que é o CAR? Perguntas Frequentes - CAR. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/o-que-e-o-car/61-car/167-perguntas-frequentes-car#>. Acesso em: 01 abr. 2019

PISSARRA, T. C. T.; CAVICHIOLI, F. A.; SANTOS, M. J. B.; BERTONHA, R. S.; RODRIGUES, F. M. Avaliação do uso e ocupação do solo em propriedades rurais para implantação de práticas conservacionistas. In: XVII Reunião Brasileira de Manejo e

Conservação do Solo e da Água, 2008, Rio de Janeiro. Anais..., 2008. v. 1. p. 1-4.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004

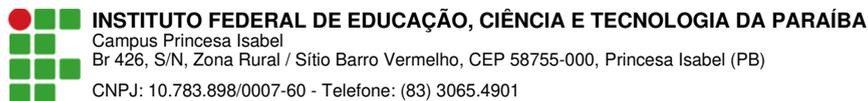
SOUZA, Simei Ribeiro; MELLO, Leonardo Freire de. Análise do uso e ocupação do solo em um trecho da zona norte do município de São José dos Campos – SP / Analysis of the use and occupation of the land on the stretch of the northern municipality of São José dos Campos - SP. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 22, n. 37, p. 1-17, jan. 2012. ISSN 2318-2962. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/3027>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

R: O que é Programação ou Linguagem em R? In: R: O que é Programação ou Linguagem em R? [S. l.], 29 set. 2017. Disponível em: <https://www.ibpad.com.br/blog/comunicacao-digital/o-que-e-programacao-ou-linguagem-em-r/>. Acesso em: 10 out. 2019.

TOEBE, Danielli. ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL ARBÓREA DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU – PR UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2011. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agrimensura e Geoprocessamento), Faculdade União das Américas, Cataratas, 2011.

## APÊNDICE

<b>Classe CAR</b>	<b>Uso MAPBIOMAS</b>	<b>Área (ha)</b>
Área Consolidada	1.1.1. Formação Florestal	1.68
Área Consolidada	1.1.2. Formação Savânica	130.76
Área Consolidada	3.1. Pastagem	161.58
Área Consolidada	3,3 Mosaico de Agricultura e Pastagem	65.91
Área Consolidada	4,4, Outras Áreas não Vegetadas	1.06
Área Consolidada	5,1, Rio, Lago e Oceano	0.89
Área em Pousio	1,1,2, Formação Savânica	6.29
Área em Pousio	3,1, Pastagem	5.94
Área em Pousio	3,3 Mosaico de Agricultura e Pastagem	3.37
Reserva Legal	1,1,1, Formação Florestal	0.09
Reserva Legal	1,1,2, Formação Savânica	45.71
Reserva Legal	3,1, Pastagem	20.20
Reserva Legal	3,3 Mosaico de Agricultura e Pastagem	20.55
Reserva Legal	4,4, Outras Áreas não Vegetadas	0.44
Servidão Administrativa	1,1,2, Formação Savânica	0.35
Servidão Administrativa	3,1, Pastagem	0.27
Vegetação Nativa	1,1,1, Formação Florestal	0.53
Vegetação Nativa	1,1,2, Formação Savânica	39.07
Vegetação Nativa	3,1, Pastagem	11.61
Vegetação Nativa	3,3 Mosaico de Agricultura e Pastagem	24.98
Vegetação Nativa	5,1, Rio, Lago e Oceano	0.71



## Documento Digitalizado Restrito

### Entrega do Tcc

**Assunto:** Entrega do Tcc  
**Assinado por:** Fernanda Lima  
**Tipo do Documento:** Anexo  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Restrito  
**Hipótese Legal:** Controle Interno (Art. 26, § 3o, da Lei no 10.180/2001)  
**Tipo do Conferência:** Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernanda Raimundo de Lima, ALUNO (201614010153) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - PRINCESA ISABEL**, em 07/08/2023 15:56:05.

Este documento foi armazenado no SUAP em 07/08/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 899395

Código de Autenticação: 6b6d42d089

