

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

TIAGO TELLECHEA PILAR

**ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CAMBAÍ, ITAQUI, RS**

Itaqui

Julho 2023

TIAGO TELLECHEA PILAR

**ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CAMBAÍ, ITAQUI, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Prof. Dr. Sidnei Luís Bohn Gass

**Itaqui
Julho 2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

T551a Tellechea Pilar, Tiago
ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CAMBAÍ, ITAQUI, RS / Tiago Tellechea
Pilar.
19 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA,
2023.

"Orientação: Sidnei Luís Bohn Gass".

1. Sensoriamento remoto. 2. Radiação eletromagnética (REM).
3. Área de preservação permanente (APP). 4. Assoreamento. 5.
Matas ciliares. I. Título.

TIAGO TELLECHEA PILAR

**ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO CAMBAÍ, ITAQUI, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 10 de Julho de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sidnei Luís Bohn Gass

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Dr. Cristiano Galafassi

UNIPAMPA

Me. Dieison Morozoli da Silva

UFRGS

Dedico este trabalho a minha família, colegas, amigos e ao meu orientador, que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer e dedicar este trabalho de conclusão de curso, a todas as pessoas que me apoiaram durante minha graduação: A minha família que me deu apoio e incentivo nas horas difíceis, sou grato também aos meus amigos, aos professores pelos ensinamentos que me passaram durante a graduação.

Ao meu orientador pela constante ajuda e orientação neste trabalho, e contribuição fundamental na minha formação.

Também agradeço a todas as outras pessoas que de alguma forma contribuíram de alguma forma para execução deste trabalho.

Agradeço a Deus, por me dar força e coragem de passar por todos os obstáculos de minha vida.

E, por fim, a todos que de determinada forma auxiliaram neste processo de transformação acadêmica.

“Em um lugar escuro nós encontramos e um pouco mais de conhecimento ilumina nosso caminho”.

Star Wars V

RESUMO

O sensoriamento remoto, é uma das melhores tecnologias para a obtenção de imagens à distância sobre a superfície terrestre, assim podendo coletar automaticamente os dados para o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global. Devido ao avanço das tecnologias de imageamento por meio de sensores acoplados em satélites, especialmente nas últimas quatro décadas, houve um aumento de tecnologias que usam sensores colocados a bordo de aeronaves ou de satélites em órbita da Terra para obter a reflectância da radiação eletromagnética refletida por objetos na superfície, tendo a radiação eletromagnética emitida pelo sol como a principal fonte de energia. Segundo Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, compreende-se como Área de Preservação Permanente – APP, toda a área abrigada, coberta ou não por vegetação nativa, com o objetivo ambiental de proteger os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, a migração da fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem-estar das populações humanas. O estudo das mudanças nos constituintes geométricos da paisagem é essencial para os estudos ambientais. O desaparecimento ou o aparecimento de novas disposições espaciais na paisagem podem ser causadores de efeitos ecológicas significativos, tais como a mudança dos tipos e variedade de habitats, alteração na organização espacial de espécimes, nutrientes e na passagem de organismos. A área selecionada para o estudo é a bacia hidrográfica do arroio Cambaí, localizada no município de Itaqui, RS, como pode ser observado na Figura 1. A pesquisa apresenta um modo de monitorar as matas ciliares através de vetorização de imagens de satélite. Com o presente estudo foi possível identificar que na área em questão há menos de 50% das APPs preservadas, considerando os parâmetros do Código Florestal. Cabe mencionar que as imagens de satélite utilizadas são um importante instrumento para a análise ambiental de áreas menores, considerando sua resolução espacial, além de serem gratuitas, o que permite o acesso e realização de monitoramentos de baixo custo.

Palavras chaves: 1. Sensoriamento remoto, 2. Radiação eletromagnética (REM), 3. Área de preservação permanente (APP), 4. Assoreamento, 5. QGIS, 6. Matas ciliares.

ABSTRACT

Remote sensing is one of the best technologies for obtaining images from a distance over the earth's surface, thus being able to automatically collect data for surveying and monitoring earth resources on a global scale. Due to the advancement of imaging technologies through sensors attached to satellites, especially in the last four decades, there has been an increase in technologies that use sensors placed on board aircraft or satellites in Earth orbit to obtain the reflectance of electromagnetic radiation reflected by objects on the surface, with the electromagnetic radiation emitted by the sun as the main source of energy. According to Law n° 12.651, of May 25, 2012, a Permanent Preservation Area - APP means the entire sheltered area, covered or not by native vegetation, with the environmental objective of protecting water resources, the landscape, the stability geology, biodiversity, the migration of fauna and flora, protect the soil and ensure the well-being of human populations. The study of changes in the geometric constituents of the landscape is essential for environmental studies. The disappearance or appearance of new spatial arrangements in the landscape can cause significant ecological effects, such as changing the types and variety of habitats, changing the spatial organization of specimens, nutrients and the passage of organisms. The area selected for the study is the Cambaí stream watershed, located in the municipality of Itaquí, RS, as can be seen in Figure 1. The research presents a way of monitoring riparian forests through vectorization of satellite images. With the present study, it was possible to identify that in the area in question there are less than 50% of the APPs preserved, considering the parameters of the Forestry Code. It should be mentioned that the satellite images used are an important instrument for the environmental analysis of smaller areas, considering their spatial resolution, in addition to being free of charge, which allows access and low-cost monitoring.

Keywords: 1. Remote sensing, 2. Electromagnetic radiation (REM), 3. Permanent preservation area (APP), 4. Silting, 5. QGIS, 6. Riparian forests.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3. METODOLOGIA.....	14
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

Sensoriamento remoto pode ser definido como o conjunto de técnicas e procedimentos tecnológicos de obtenção de informações acerca de um objeto na superfície da Terrestre por meio de sensores instalados em satélites sem haver contato direto com objeto de estudo.

Devido ao avanço das tecnologias de imageamento por meio de sensores acoplados em satélites, especialmente nas últimas quatro décadas, houve um aumento de tecnologias que usam sensores colocados a bordo de aeronaves ou de satélites em órbita da Terra, para obter a refletância da radiação eletromagnética refletida por objetos na superfície, tendo a radiação eletromagnética emitida pelo sol como a principal fonte de energia (PILAR *et al.*, 2019, p.1).

A resolução espectral descreve a capacidade dos sensores fixados nos satélites de obter diversas bandas são considerados como sensores hiperespectrais. Sendo a resolução espectral uma das características fundamentais do sensoriamento remoto. Cada banda está situada em uma região espectral específica e possuem largura estreita de cada comprimento de onda que possibilitam distinguir um objeto de outro na superfície terrestre.

Nos dias atuais, a resolução espectral das imagens obtidas pelos satélites imageadores já ultrapassa centenas de bandas, e a resolução espacial que é o tamanho que a área abrangida em um pixel corresponde na realidade já em muitas imagens a ser maior que 1 metro, sendo viável suas aplicações nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoramento ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, previsões de safras, cadastramentos multifinalitários, cartografia de precisão, defesa e vigilância, entre outras (MENESES; ALMEIDA, 2012, p.1).

No Brasil iniciou-se os investimentos na habilitação de profissionais e no avanço de infraestrutura que proporcionasse a utilização das técnicas de sensoriamento remoto ao final da década de 1960, com o começo do Projeto Sensoriamento Remoto no Instituto de Pesquisas Espaciais (NOVO, 2001, p.3). Vale ressaltar que, o produto do sensoriamento remoto sempre será o produto cartográfico, ou seja, um mapa.

Mapas são representação gráfica e métrica, em escala reduzida, da superfície Terrestre. A utilização de mapas e imagens de satélite vem sendo cada vez mais constantes nos dias atuais.

Estes mapas geralmente são gerados com a utilização de técnicas de processamento de imagens, como é a classificação digital. Os mapas obtidos por meio de processamento digital de imagens, terão de ter sua acurácia analisada a partir de uma verdade de campo, a fim de,

aferir maior confiabilidade e promover o método de tomada de decisão. Na atualidade, um dos principais parâmetros que precisam ser fornecidos com os mapas, é a avaliação do erro envolvido no produto cartográfico (LEÃO *et al.*, 2007, p.939).

A Cartografia pode ser considerada como ciência responsável por representar o espaço físico e as alterações que nele ocorrem ao longo do tempo. Esta representação é realizada através da elaboração de documentos cartográficos desenvolvidos por Bases de Dados Espaciais. Ela precisa da seleção prévia e a definição dos objetos que constituirão tal representação, assim como a simplificação dos dados espaciais e generalizações cartográficas, elementos da mesma (SUAREZ, CANDEIAS, 2012, p.1).

Matas ciliares são todas florestas, ou todos os outros tipos de cobertura vegetal nativa que possam estar as margens dos rios. Elas possuem a função de colaborar com a quantidade e qualidade da água disponível nos rios, deposita os sedimentos, os nutrientes carregados pela chuva e impedem que parte dos poluentes químicos acabem nos rios, evitando a poluição das águas, então pode-se dizer que elas são muito importantes por serem uma proteção natural dos cursos d'água.

Segundo Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, compreende-se como Área de Preservação Permanente – APP, toda a área abrigada, coberta ou não por vegetação nativa, com o objetivo ambiental de proteger os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, a migração da fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem-estar das populações humanas.

As matas ciliares também têm grande importância para o equilíbrio do ecossistema, impedindo o assoreamento dos rios, bem como a erosão fluvial, visto que ajudam no processo de umidificação do solo, equilíbrio dos fluxos de água e dos nutrientes.

A erosão é o processo de desgaste, transporte e sedimentação das rochas e, principalmente, dos solos pelos quais ocorre a desagregação e transporte das partículas que constituem o solo. Ela pode ocorrer por processos naturais, que costumam ser mais lentos, sendo os principais agentes da erosão as águas, os ventos e o gelo (FARIA *et al.*, 2003, p.50-51).

Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa é identificar a situação atual da preservação das matas ciliares nas Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do arroio Cambaí.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

O estudo das mudanças nos constituintes geométricos da paisagem é essencial para os estudos ambientais. O desaparecimento ou o aparecimento de novas disposições espaciais na paisagem podem ser causadores de efeitos ecológicas significativos, tais como a mudança dos tipos e variedade de habitats, alteração na organização espacial de espécimes, nutrientes e na passagem de organismos (FERREIRA; AZEVEDO, 2003, p.2).

Na atualidade, o sensoriamento é composto por uma razoável constelação de satélites que fornecem imagens para atender as necessidades de muitos usuários. Para usuários que precisam de uma análise minuciosa das dimensões e das feições dos objetos, há os sensores que identificam áreas unitárias cujas dimensões são menores que 1 metro (MENESES; ALMEIDA, 2012, p.24).

A dimensão única do elemento de área imageada no terreno equivale em todo o tipo de sensor uma característica indispensável da imagem: a resolução espacial é um essencial critério do sensor porque ela define a dimensão do menor objeto que é capaz ser observado em uma imagem. Por designação, um objeto apenas pode ser solucionado (detectado), quando a dimensão deste é, no mínimo, igual ou maior do que a dimensão do componente de resolução no terreno, ou melhor dizendo, da resolução espacial (MENESES; ALMEIDA, 2012, p.25).

A resolução espacial usada para determinar as feições geométricas das porções florestais, bem como, a abrangência espacial ou janela de recorte da paisagem escolhida para demarcar a área de estudo, são razões importantes em ecologia (FERREIRA; AZEVEDO, 2003, p.2).

Definir qual necessita ser a resolução espacial de um sensor, abrange para a maioria das execuções de sensoriamento remoto, um estudo da semelhança do nível de autocorrelação da ordenação espacial dos objetos no terreno (MENESES; ALMEIDA, 2012, p.25).

A reflectância da radiação eletromagnética solar pela copa das plantas demanda as reflectâncias conjunturais de muitos motivos, abrangendo arranjo da planta, fase de desenvolvimento, características físicas e químicas de solos em sua camada superior e condições atmosféricas (LIU, 2007, p.133).

Ao se trabalhar com análise ambiental, o sensoriamento remoto é uma das ferramentas que auxilia na delimitação e detecção dos elementos a serem analisados. Assim, ao se tratar das Áreas de Preservação Permanente (APPs) que, em função do bioma e das características da região na qual se está trabalhando, devem ser compostas por matas ciliares, o uso das imagens de satélite e seu processamento auxiliam no mapeamento da condição de preservação dessas áreas.

O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), no seu Art. 3º, inciso II, define as APPs como

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 humanas. (BRASIL, 2012)

A largura das APPs é definida em função da largura dos cursos hídricos aos quais estão vinculadas, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Largura das APPs conforme estabelecido pelo Código Florestal

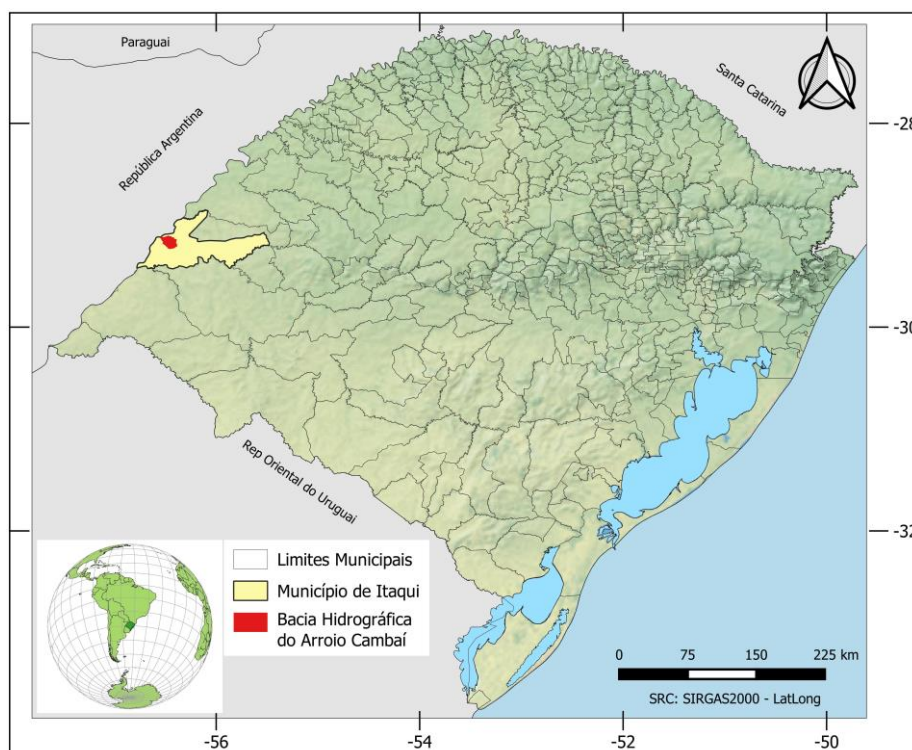
Situação	Largura Mínima da Faixa
Cursos de água com menos 10m	30m em cada margem
Cursos de água de 10 a 50m de largura	50m em cada margem
Cursos de água de 50 a 200m de largura	100m em cada margem
Cursos de água de 200 a 600m de largura	200m em cada margem
Cursos de água com mais de 600m de Largura	500m em cada margem
Lagos ou reservatórios em zona urbana	30m ao redor do espelho de água
Lagos ou reservatórios em zona rural (com menos de 20 ha)	50m ao redor do espelho de água
Lagos ou reservatórios em zona rural (a partir de 20 ha)	100m ao redor do espelho de água
Represas de hidroelétricas	100m ao redor do espelho de água
Nascentes (mesmo intermitentes) e olhos de água	Raio de 50m

Fonte: Elaborado a partir de Brasil, 2012.

3 METODOLOGIA

A área selecionada para o estudo é a bacia hidrográfica do arroio Cambaí, localizada no município de Itaqui, RS, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Localização da área de estudo

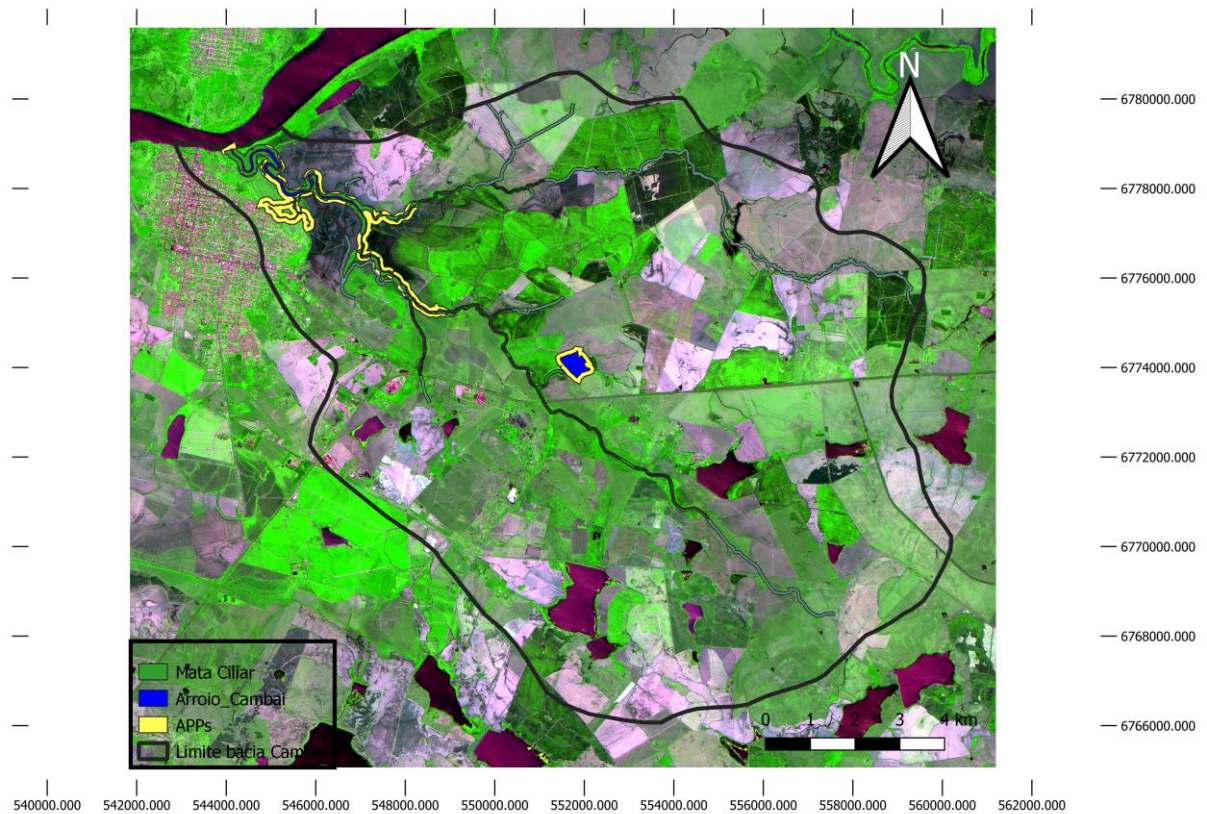


Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Foi baixada uma imagem do satélite CBERS-4A do instrumento imageador WPM da data de 25/11/2022, disponibilizada no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), onde serão utilizadas as bandas 1 (azul), 2 (verde), 3 (vermelho), 4 (infravermelho) e 0 (pancromática). Será utilizado o software livre QGIS 3.16.15, para a execução dos processamentos dos dados.

Foi feita uma fusão de imagens da banda pancromática com as bandas multiespectrais, para passar a imagem de resolução espacial de 8m para 2m, como pode ser verificado na Figura 2. Os procedimentos de vetorização dos dados foram gerados a partir desta imagem.

Figura 2 – Composição colorida falsa-cor (3-4-2) da imagem do sensor WPM do satélite CBERS-4A



Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

As técnicas de fusão, tornam possíveis juntar a melhor resolução espacial da banda pancromática, com a melhor resolução espectral das demais bandas, gerando imagem colorida que juntam ambas as características (FREITAS et al,2009, p.415).

Podendo ser visto melhor sobre o assunto no artigo científico **Análise das técnicas de fusão de imagens aplicadas ao satélite CBERS-2B (CCD-HRC)** (AGUIAR; BATISTELLA, 2013).

Utilizou-se a imagem para vetorizar o Arroio Cambaí e vetorizar as matas ciliares que lá estão.

Com o auxílio do ícone da régua no QGIS 3.16.15, foi realizada uma medição na maior largura do Arroio Cambaí para saber de quantos metros deveria ser o buffer, conforme a tabela acima, de acordo com a legislação para a vetorização do arroio em linha adotando a menor faixa de mata ciliar.

Depois de vetorizar o Arroio Cambaí, foi criado um buffer de 100 m para a vetorização do arroio em polígono e um buffer para arroio em linha de 30 m, sendo que a largura da faixa de mata ciliar depende da largura do curso hídrico. O próximo passo, foi vetorizar as matas ciliares através da imagem de satélite.

Após a geração dos buffers individuais para a hidrografia em função da mudança de largura, os dois arquivos foram unificados e foi aplicada a dissolução para gerar apenas um polígono.

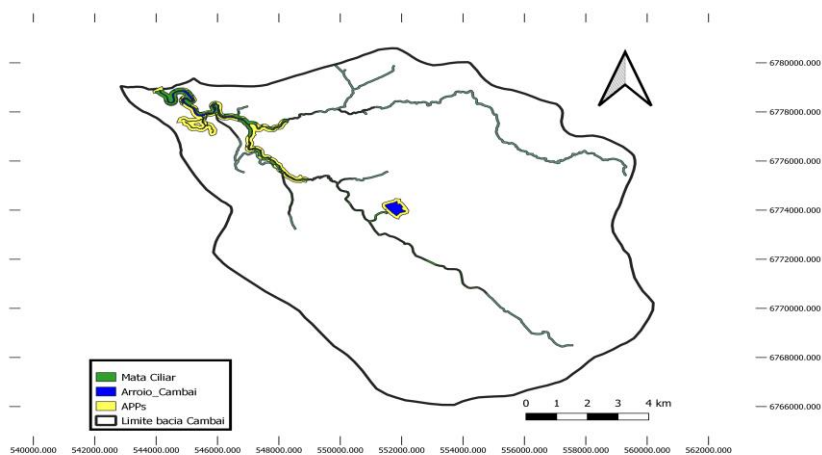
Com os dados das APPs (que é o buffer), foi feita a subtração entre ela e a mata ciliar que foi digitalizada. O resultado, são as áreas que estão em desacordo com a legislação ambiental.

O último passo, foi fazer o cálculo de área para verificar a quantidade de mata ciliar que tem e quanto está faltando. O cálculo foi feito diretamente na tabela de atributos utilizando a calculadora de campo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com os dados gerados, a área de APP que deveria ser preservada na bacia hidrográfica em questão é de 550,26 ha, ou seja, esta área deveria estar coberta por matas ciliares. Contudo, identificou-se que, para a data do mapeamento, a área de APP coberta por matas ciliares era de 175,87 ha, perfazendo um total de 31,96% de preservação das APPs, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento das APPs da bacia hidrográfica do arroio Cambaí



Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Considerando a pequena área preservada com matas ciliares nas APPs da área de estudo, cabe destacar que no restante da área (68,04%) ocorrem usos agrícolas intensivos como lavouras de arroz e de soja, bem como áreas de pastagem para fins de pecuária.

Na composição colorida (Figura 2) é possível perceber pela geometria dos talhões que muitas das lavouras de arroz se conectam com os cursos hídricos dos quais, em alguns casos, é retirada a água para fins de irrigação. Para as áreas de pastagem, cabe mencionar que as APPs, com cobertura da terra que provavelmente seja de campo nativo, é necessário avaliar se esta vegetação não comporia o cálculo da APP preservada, visto que a bacia se encontra numa área de transição entre os biomas Pampa e Mata Atlântica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo foi possível identificar que na área em questão há menos de 50% das APPs preservadas, considerando os parâmetros do Código Florestal. Cabe mencionar que as imagens de satélite utilizadas são um importante instrumento para a análise ambiental de áreas menores, considerando sua resolução espacial, além de serem gratuitas, o que permite o acesso e realização de monitoramentos de baixo custo.

As matas ciliares, são importantes para manter o equilíbrio do meio ambiente e tem a função de proteger o solo e os rios de assoreamento que é o acúmulo de sedimentos (areia, terra, rochas).

Também foi visto que, é possível monitorar as matas ciliares através de vetorização de imagens de satélite utilizando técnicas de sensoriamento remoto, visto que o sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas e procedimentos técnicos com diversas aplicações em diversas áreas do conhecimento, inclusive na área ambiental.

O presente trabalho pode ser utilizado futuramente para a preservação dos recursos naturais e para gerar futuros trabalho de monitoramento dos recursos sobre a superfície terrestre.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, CLAUDINEI, RODRIGUES; BATISTELLA, DANIELLI; **Análise das técnicas de fusão de imagens aplicadas ao satélite cbers-2b (ccd-hrc)**; ANAIS XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR; 2013.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o novo código florestal brasileiro.**

FARIAS, André Luiz Lopes et al **Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG)**. INSTITUTO DE GEOGRAFIA UFU; 2003; 50-51p.

FERREIRA, Marcos César; AZEVEDO, Thiago Salomão; **Influência da resolução espacial na estimativa da dimensão fractal de fragmentos de matas ciliares**; Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil; 2003; 2p.

FREITAS, Daniel Moraes et al. **Fusão de imagens Cbers-CCD com Cbers-HRC para obter uma melhor interpretação das sub-regiões e áreas antrópicas do Pantanal**. 2009; 415p.

LEÃO, Caroline *et al.* **Avaliação de métodos de classificação em imagens TM/Landsat e CCD/CBERS para o mapeamento do uso e cobertura da terra na região costeira do extremo sul da Bahia**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; 2007; 939p.

LIU. W.T.H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**; São Paulo; 2007; 133p.

MENESES, PAULO, ROBERTO; ALMEIDA, TATI; **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília; 2012; 1p,3p,4p.

NOVO, Evlyn Márcia Leão Moraes; PONZONI, FLÁVIO, JORGE. **Introdução ao sensoriamento remoto**; São José dos Campos; 2001; 3p.

PILAR, Tiago Tellechea *et al.* **Identificação da melhor combinação de bandas para identificar cursos hídricos utilizando sensoriamento remoto**; Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA); 2019; 1p.

SUAREZ, ALERSON, FALIERI; CANDEIAS, ANA, LÚCIA, BEZERRA; **Avaliação de acurácia da classificação de dados de sensoriamento remoto para o município de Maragogipe**; Universidade Federal de Pernambuco; 2012;1p.