

Universidade Estadual de Goiás  
Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas -  
Henrique Santillo  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do  
Cerrado

RAFAELA DUARTE NOVAES

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPS  
PRESENTES NOS CURSOS D'ÁGUA E NAS NASCENTES DA BACIA DE  
CAPTAÇÃO DO RIO MEIA PONTE – BCRMP  
ESTADO DE GOIÁS**

Anápolis

2023

RAFAELA DUARTE NOVAES

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE – APPS  
PRESENTES NOS CURSOS D'ÁGUA E NAS NASCENTES DA BACIA DE  
CAPTAÇÃO DO RIO MEIA PONTE – BCRMP  
ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.

Orientador(a): Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins

Anápolis

2023

## RESUMO

A bacia do Alto Rio Meia Ponte abrange parcialmente onze municípios do Estado de Goiás, com uma área de drenagem de cerca de 1.395,35 km<sup>2</sup>. Além de sua relevância ambiental, destaca-se pelos serviços que presta ao fornecer água a diversos municípios da região, sendo denominada, neste estudo, como bacia de captação do Rio Meia Ponte (BCRMP). Este trabalho tem como objetivo avaliar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) nos cursos d'água e nas nascentes da BCRMP, conforme estabelecido pela Lei 12.651/2012 (Código Florestal brasileiro), em termos de delimitação e preservação. Para tal avaliação, foram empregadas ferramentas de geoprocessamento e dados georreferenciados, como imagem de satélite, modelo digital de elevação e dados vetoriais. Os resultados indicam a existência de aproximadamente 303 ha de APPs associadas às nascentes e cerca de 8.136 ha ao longo dos cursos d'água da BCRMP. Predominantemente, a vegetação nativa do Cerrado ocupa 69,84% do espaço das APPs analisadas, embora haja presença significativa de uso antrópico, pastagens e lavouras, cobrindo 53% das APPs nas nascentes. Esse cenário reflete uma realidade semelhante à de outras bacias no Cerrado, apontando para uma situação complexa que pode acarretar impactos severos ao meio ambiente, especialmente aos recursos hídricos. Revela-se também a ineficácia na aplicação das leis de proteção ambiental vigentes nesse espaço. Tornam-se necessárias, portanto, intervenções que garantam a efetiva preservação das áreas de preservação permanente, visando à sustentabilidade dos recursos naturais e ao equilíbrio ambiental da bacia.

**Palavras-Chave:** Desenvolvimento Sustentável, Legislação Ambiental, Gestão dos Recursos Hídricos.

## **ABSTRACT**

The Alto Rio Meia Ponte basin partially covers eleven municipalities in the state of Goiás, with a drainage area of approximately 1,395.35 km<sup>2</sup>. In addition to its environmental significance, it stands out for the services it provides by supplying water to several municipalities in the region, being referred to in this study as the Rio Meia Ponte Catchment Basin (BCRMP). This study aims to evaluate the Permanent Preservation Areas (APPs) along watercourses and springs of the BCRMP, as established by Law 12,651/2012 (Brazilian Forest Code), in terms of delineation and preservation. For this evaluation, geoprocessing tools and georeferenced data, such as satellite imagery, digital elevation model, and vector data, were employed. The results indicate the existence of approximately 303 ha of APPs associated with springs and about 8,136 ha along the watercourses of the BCRMP. Predominantly, native Cerrado vegetation occupies 69.84% of the space in the analyzed APPs, although there is a significant presence of anthropogenic use, pastures, and crops, covering 53% of the APPs at the springs. This scenario mirrors a reality similar to that of other basins in the Cerrado, pointing to a complex situation that could lead to severe environmental impacts, especially on water resources. It also reveals the inefficiency in enforcing environmental protection laws in this area. Therefore, interventions are necessary to ensure the effective preservation of permanent preservation areas, aiming at the sustainability of natural resources and the environmental balance of the basin.

**Keywords:** Sustainable Development, Environmental Legislation, Water Resources Management.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Cerrado tem passado por uma transformação significativa em sua paisagem, com a substituição da cobertura natural por usos antrópicos, predominantemente pastagens e lavouras (STRASSBURG et al., 2017; SANO et al., 2019). Esta transição tem acarretado uma série de problemas ambientais em diversas escalas e esferas, impactando a atmosfera, os solos, a biodiversidade e os recursos hídricos (ALHO, 2005; PIVELLO, 2005; KLINK; MACHADO, 2005; SMITH et al., 2008).

Desempenhando um papel crucial na configuração do uso e cobertura do solo, as bacias hidrográficas emergem como unidades essenciais para análises e ações que buscam a integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental (CARVALHO, 2021), uma vez que influenciam diretamente na disponibilidade hídrica regional (SANTOS et al., 2019). São consideradas, de fato, o espaço territorial mais apropriado para estudos relacionados à gestão dos recursos hídricos (REIS; FILHO, 2006).

Uma bacia hidrográfica é uma área geográfica delimitada por divisores de água, na qual as águas pluviais convergem para um único curso d'água (FAVARETTO; DIECKOW, 2007). As atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica impactam seu funcionamento como um todo (LEITE; FERREIRA, 2013). Portanto, a presença das áreas de preservação permanente (APPs) nessa unidade espacial desempenha um papel crucial, dada sua natureza legalmente protegida.

No âmbito das bacias hidrográficas, a supressão da vegetação nativa da APP se notabiliza pela sua importância na manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas ali existentes (MAGALHÃES; FERREIRA, 2000). As áreas de preservação permanente contribuem significativamente para a manutenção do equilíbrio ambiental da bacia, prevenindo a erosão do solo, o assoreamento dos corpos d'água e a redução da carga de poluentes em rios e lagos (BREVIGLIERI et al., 2021). Além disso, as APPs servem como habitat para diversas espécies de animais e plantas, facilitando a conectividade ecológica entre ecossistemas, o que por sua vez permite a migração das espécies e a dispersão das sementes (PACHECO et al., 2020). Tais áreas também desempenham um papel significativo na adaptação das comunidades locais às mudanças climáticas, regulando o clima local e favorecendo a segurança alimentar (SANTOS et al., 2020).

A principal legislação que regula as APPs em todo o Brasil é o Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012. No estado de Goiás, a Lei nº 18.104 (da proteção da vegetação nativa), de 18 de julho de 2013, alinha-se com a legislação federal. Apesar das legislações vigentes, a aplicação do Código Florestal em relação às APPs enfrenta diversos desafios, exigindo medidas eficazes de restauração ecológica.

As APPs são delimitadas com base em uma série de critérios, abrangendo aspectos topográficos, ecossistêmicos e espaciais, conforme estabelecido pela legislação ambiental brasileira. O propósito primordial dessas áreas é a conservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade, além de promover o fluxo gênico da fauna e flora. Assim, as APPs têm o objetivo de proteger o solo e garantir o bem-estar das populações humanas, conforme estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012). Exemplos de APPs incluem encostas com declividade superior a 45°, manguezais, altitudes superiores a 1.800m e proximidade de corpos de água doce, tais como nascentes, cursos d'água, lagos, lagoas e reservatórios.

Como enfatizado por Sparovek et al. (2011), as APPs desempenham um papel de extrema importância na preservação dos recursos hídricos e não devem ser utilizadas para atividades humanas, como agricultura e extração florestal. Entretanto, estudos realizados no Cerrado (ALVES et al., 2015; ALMEIDA; FERREIRA JÚNIOR; BAYER, 2018; BARBALHO et al., 2019; SANTOS et al., 2019) identificaram o uso inadequado dessas áreas, divergente do propósito de preservação permanente.

A bacia hidrográfica do rio Meia Ponte abrange uma área de drenagem de aproximadamente 12.321,12 km<sup>2</sup> e engloba 39 municípios do estado de Goiás (SANTOS; MARTINS, 2022). Ocupa uma posição central na dinâmica de mudança da paisagem do Cerrado, apresentando mais de 70% de sua área ocupada por atividades humanas (BORGES; OLIVEIRA, 2021). O alto curso da bacia, que inclui a sub-bacia do alto rio Meia Ponte, possui grande relevância, por fornecer água a diversos municípios, incluindo Goiânia, a capital do estado. Consequentemente, é responsável pelo abastecimento de aproximadamente metade da população goiana e de sua região metropolitana, além de influenciar a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea em termos de quantidade e qualidade. Este cenário demanda a necessidade de planejamento e implementação de medidas para aprimorar e restaurar as condições hídricas e ambientais da bacia (SEMAD, 2020). Devido à sua função, neste estudo, a mesma será referida como a bacia de captação do rio Meia Ponte (BCRMP).

A compreensão da situação das áreas de preservação permanente nesta bacia, especialmente aquelas próximas às margens dos cursos d'água e nas proximidades das nascentes, é essencial para embasar propostas de planejamento e gestão mais eficazes em relação aos problemas ambientais decorrentes das mudanças de uso alternativo do solo nesta área protegida. Uma abordagem para alcançar esse entendimento é a identificação, representação e caracterização das APPs em mapas, como destacado por Eugenio et al. (2011), sendo esta uma ferramenta valiosa para o planejamento territorial, fiscalização e ações de campo. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as Áreas de Preservação Permanente presentes nos cursos d'água e nas nascentes da bacia de captação do Rio Meia Ponte em Goiás, com base na Legislação Federal brasileira, Lei 12.651/2012, quanto a sua delimitação e preservação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

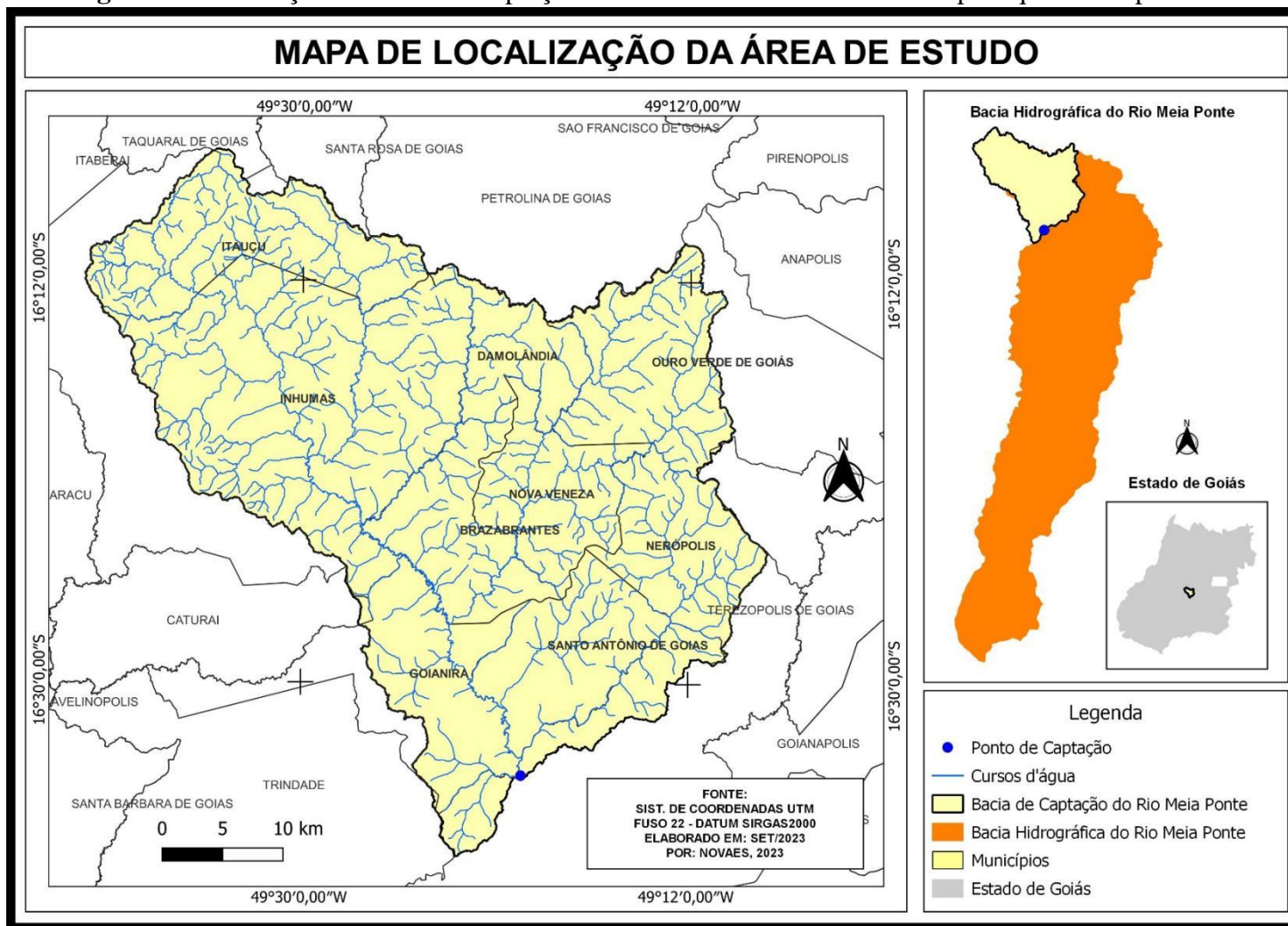
### **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A BCRMP se estende por aproximadamente 1.395,35 km<sup>2</sup> e abrange os municípios de Brazabrantes, Campo Limpo de Goiás, Damolândia, Goiânia, Goianira, Inhumas, Ituaçu, Nerópolis, Nova Veneza, Ouro Verde de Goiás e Santo Antônio de Goiás (Figura 1). Apenas dois desses municípios, Campo Limpo e Goiânia, não possuem sedes administrativas inseridas na bacia (SEMAD 2020).

O rio Meia Ponte é um dos principais afluentes do rio Parnaíba no estado de Goiás. Ele nasce no município de Ituaçu, na Serra dos Brandões (EBERHARDT; CUNHA, 2018), e seu curso está designado como uma área de extrema prioridade para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, sendo necessário formular e implementar políticas públicas, programas, projetos e atividades direcionados à conservação, recuperação e uso sustentável desses ecossistemas (BRASIL, 2018; MMA; 2023).

O clima na BCRMP é classificado como tropical semi úmido central, típico do planalto central. Esse subtipo climático se caracteriza pela variação da temperatura média do mês mais frio, que varia de 18,7°C a 21,5°C, e a precipitação anual no intervalo entre 1420-1880 mm, com cinco meses secos ao longo do ano (NOVAIS, 2020).

**Figura 1.** Localização da Bacia de Captação do Rio Meia Ponte e dos Municípios que a Compartilham.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.



Com base em dados de um modelo digital de elevação (detalhado na seção de procedimentos metodológicos), a altitude da bacia varia aproximadamente de 700 a 1.138 metros. Em relação ao relevo, de acordo com as classes definidas pela Embrapa (1979), a maior parte da BCRMP é caracterizada como predominantemente ondulada (Figura 2), ocupando um pouco mais de 41% da área total, enquanto a categoria suave ondulada abrange cerca de 34% da região. Não são observadas, na bacia, áreas de relevo com elevações superiores a 100 metros e com inclinação média superior a 25 graus, como morros, montanhas, montes ou serras.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A identificação, o mapeamento e a classificação do uso do solo das APPs na BCRMP foram realizadas utilizando técnicas e procedimentos de geoprocessamento em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A Figura 3 apresenta o fluxograma com as etapas do procedimento metodológico executado.

### Base de dados

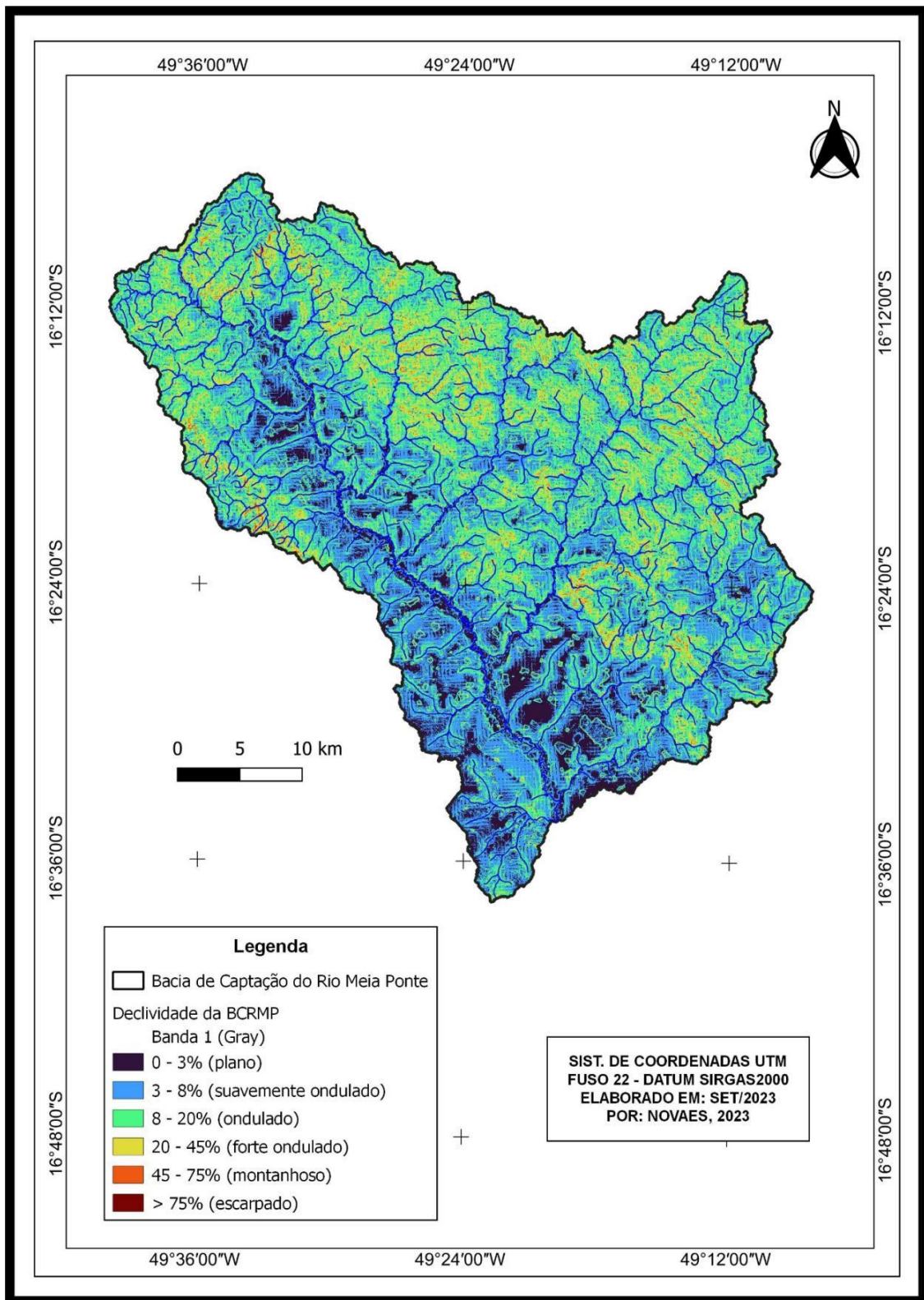
Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de três fontes diferentes, conforme detalhado na (Tabela 1). Através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foram adquiridas imagens geradas pelo sensor Câmera Multiespectrais e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), a bordo do satélite CBERS-4A. Essas imagens são referentes à duas cenas, que foram capturadas em 18 de agosto de 2022, pois apresentaram ausência de nuvens e são identificadas pelas órbitas/pontos 208/133 e 208/134.

**Tabela 1.** Base de dados utilizada para o desenvolvimento do estudo.

<b>Fonte</b>	<b>Tipo de dado</b>	<b>Dado</b>	<b>Data/Período</b>	<b>Cena/Folha</b>	<b>Escala /Resolução</b>
INPE	Raster	Imagem CBERS 4A	18/08/2022	208/133 208/134	2m e 8m
ESA	Raster	MDE	-	-	30m
ANA	Vetorial	Cursos d'água	-	-	1:100.000

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

**Figura 2.** Classes de relevo da Bacia de Captação do Rio Meia Ponte.

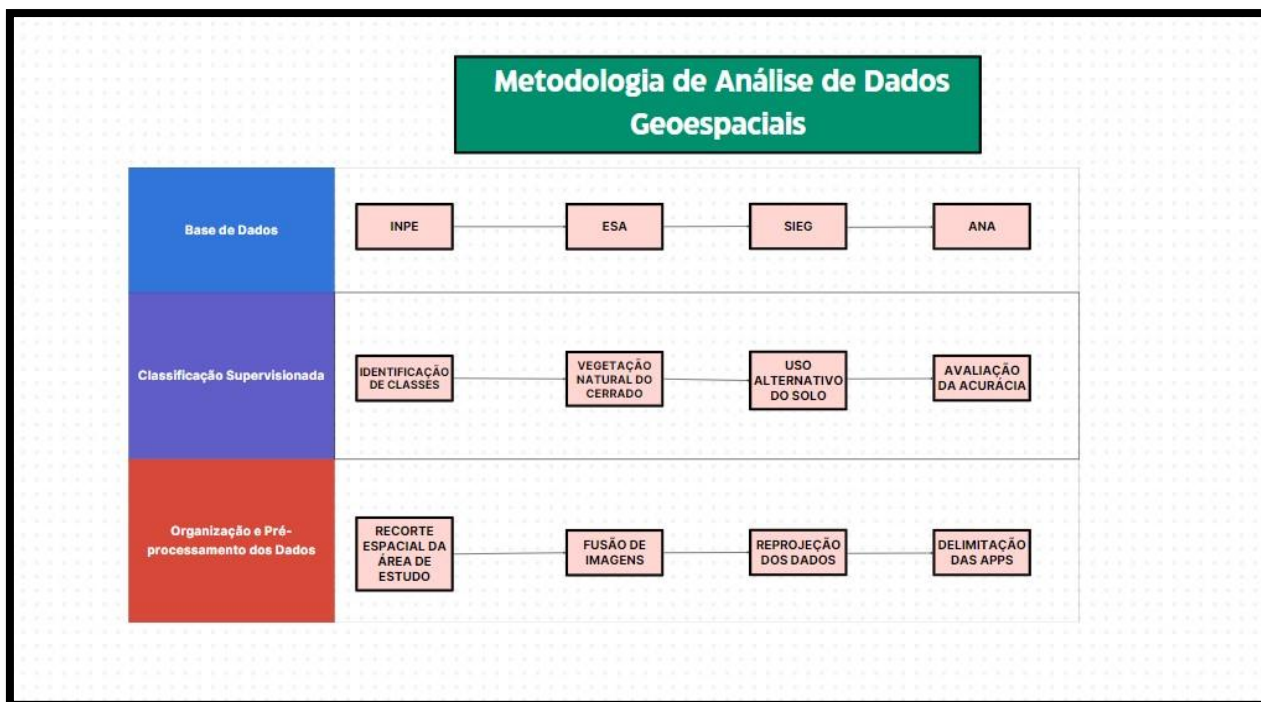


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Também foi adquirido o Modelo Digital de Elevação (MDE), conhecido como *Copernicus Digital Elevation Model (CopDEM)*, produzido e fornecido pela Agência Espacial Europeia (ESA) por meio do programa Copernicus. O CopDEM é gerado a partir

de imagens de radar de abertura sintética (SAR) obtidas na missão do programa TanDEM-X (COPERNICUS, 2023) e possui uma resolução espacial de 30 metros para áreas situadas fora da Europa. O conjunto de dados foi baixado da plataforma Copernicus Space Component Data Access PANDA Catalogue, utilizando a área de estudo, e está disponível gratuitamente.

**Figura 3.** Fluxograma com as etapas realizadas na metodologia.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por fim a representação espacial dos cursos d'água, em formato vetorial, foi adquirida por meio do Catálogo de Metadados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

### **Organização e pré-processamento dos dados**

No *software* GRASS (versão 7, 2013), integrado ao *software* QGIS (versão 3.16, 2020), foi realizada a delimitação da BCRMP, com base na imagem do CopDEM, utilizando do ponto de captação da bacia ( $16^{\circ}34'10.826''$  S;  $49^{\circ}16'44.853''$  O) como exutório.

Ainda no QGIS, as bandas pancromática e as bandas multiespectrais (verde, vermelho e infravermelho próximo) das cenas WPM/CBERS 4A foram fusionadas,

utilizado o método Pansharpening. Nesse método, a fusão é empregada ao algoritmo "Brovey ponderado" (GDAL/OGR CONTRIBUTORS, 2020), que combina com a resolução espacial da banda pancromática (2,0 m) com a resolução espectral das outras bandas (8,0 m). As duas imagens fusionadas foram posteriormente reunidas em um mosaico e recortadas, para área de estudo, utilizando o limite da bacia como máscara.

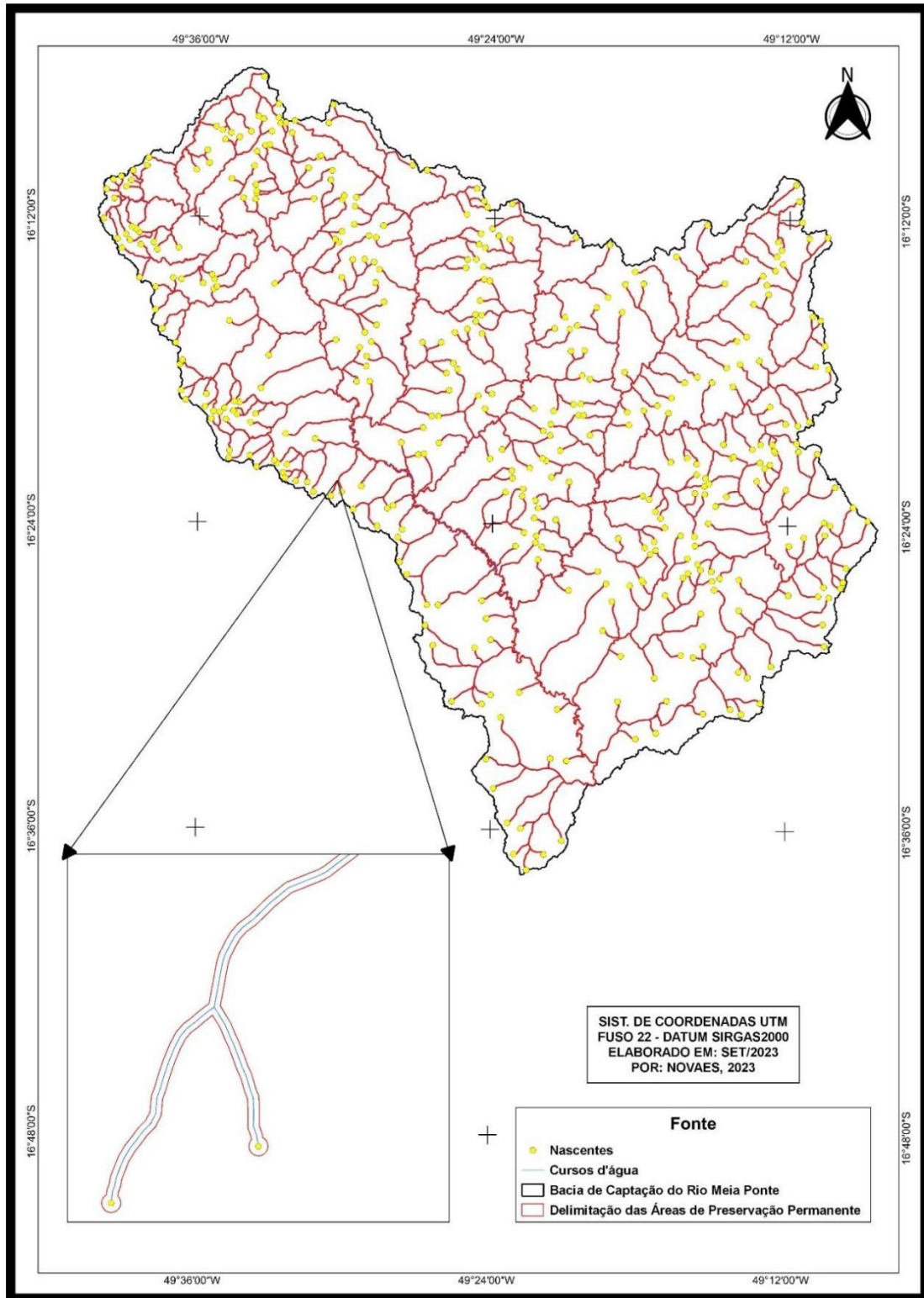
Para realizar os procedimentos descritos nesta seção, foi necessário reprojeter os dados, adotando o datum SIRGAS 2000 e o sistema de coordenadas projetadas Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22S, nos produtos finais.

A partir dos dados dos cursos d'água foram identificadas as nascentes para integrar e aferidas informações sobre a quantidade de nascentes e a extensão dos cursos d'água da BCRMP. Com base nessas informações, as APPs das nascentes e dos cursos d'água foram demarcadas, utilizando o procedimento conhecido como *buffer* (Figura 4), seguindo os limites e definições estabelecidos pelo Código Florestal brasileiro, Lei 12.651/2012 (Tabela 2). Esses procedimentos foram realizados de forma automática no *software* QGIS.

Para avaliar se as larguras aproximadas dos cursos d'água na BCRMP são de 10 metros, foram feitas medições aleatórias ao longo dos cursos d'água em imagens de satélite de alta resolução disponíveis no aplicativo Google Earth Pro. Essas imagens são destinadas à pesquisa, visualização de mapas e imagens de satélite, assim como a outras ferramentas espaciais. Verificou-se que os cursos d'água na área de estudo não ultrapassam a largura limite de 10 metros.

Os *buffers* foram então utilizados como máscaras para recortar a imagem fusionada da bacia e foi posteriormente empregada no processo de classificação supervisionada.

**Figura 4.** Delimitação das Áreas de Preservação Permanente na BCRMP.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

## Classificação

A classificação supervisionada é uma técnica de processamento de imagens que envolve treinar um algoritmo de aprendizado, para identificar e classificar pixels de uma imagem de acordo com as classes pré-definidas (JAIN et al., 2016). Para realizar a

classificação, os conjuntos de pixels são mostrados e associados a classes de interesse durante o treinamento. A partir deste conjunto de treinamento, o algoritmo aprende a identificar padrões e características dos dados que possibilitam a correta classificação de novos pixels não amostrados ou rotulados.

**Tabela 2.** Delimitação das APPs de acordo com o Código Florestal brasileiro (Lei 12.651/2012).

<b>Área de Preservação Permanente</b>	<b>Delimitação</b>	<b>Largura</b>
Cursos d'água	Largura curso d'água (m)	Largura da faixa de APP (m)
	<10	30
	10 a 50	50
	50 a 200	100
	200 a 600	200
	>600	500
Nascentes	-	50

Fonte: Brasil (2012). Adaptado pela autora, 2023.

Utilizando o *plugin* Dzetsaka (KARASIAK, 2016), disponível no *software* QGIS, foram identificadas três classes: vegetação natural de Cerrado, que inclui a vegetação ripária; uso do solo, que constituiu um uso que resultou da substituição da vegetação nativa por outras coberturas do solo, como atividades agropecuárias, de mineração e áreas urbanizadas; e água.

As classes mapeadas foram identificadas levando em consideração as características intrínsecas da imagem, como cor, textura e forma. Em média, foram amostrados 50 polígonos por classe, com um mínimo de 5.000 pixels para cada uma delas.

Para avaliar a acurácia da classificação foi utilizado o coeficiente Kappa. Este coeficiente é uma medida de concordância entre duas classificações de um mesmo conjunto de dados e varia de 0 a 1, onde 0 indica ausência de concordância e 1 indica concordância perfeita. O cálculo do coeficiente Kappa é feito a partir da matriz de confusão, que compara as classes atribuídas por um classificador com as classes verdadeiras dos dados.

O coeficiente Kappa leva em consideração a possibilidade de concordância ao acaso, sendo, portanto, mais robusto que outras abordagens avaliativas, como a simples taxa de acerto (ACC), na avaliação da precisão de classificação (CONGALTON et al., 2020). Entre as principais vantagens do coeficiente Kappa, destacam-se a sua capacidade

de lidar com classes desbalanceadas e a possibilidade de avaliar a concordância geral e por classe (LU et al., 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BCRMP apresenta 8.136,01 hectares de faixas marginais ao longo dos cursos d'água, além de 302,76 hectares nas proximidades das nascentes, totalizando 8.438,77 hectares de APP nas categorias aqui analisadas (Tabela 3). A classificação desta área resultou em uma acurácia de 94%, um valor que, de acordo com Landis e Koch (1977), é considerado quase perfeito (*almost perfect*).

**Tabela 3.** Quantificação das APPs nas nascentes e curso de água da BCRMP.

NASCENTES	302,76 ha
CURSO D'ÁGUA	8.136,01 ha
TOTAL DE APPS	8.438,77 ha

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

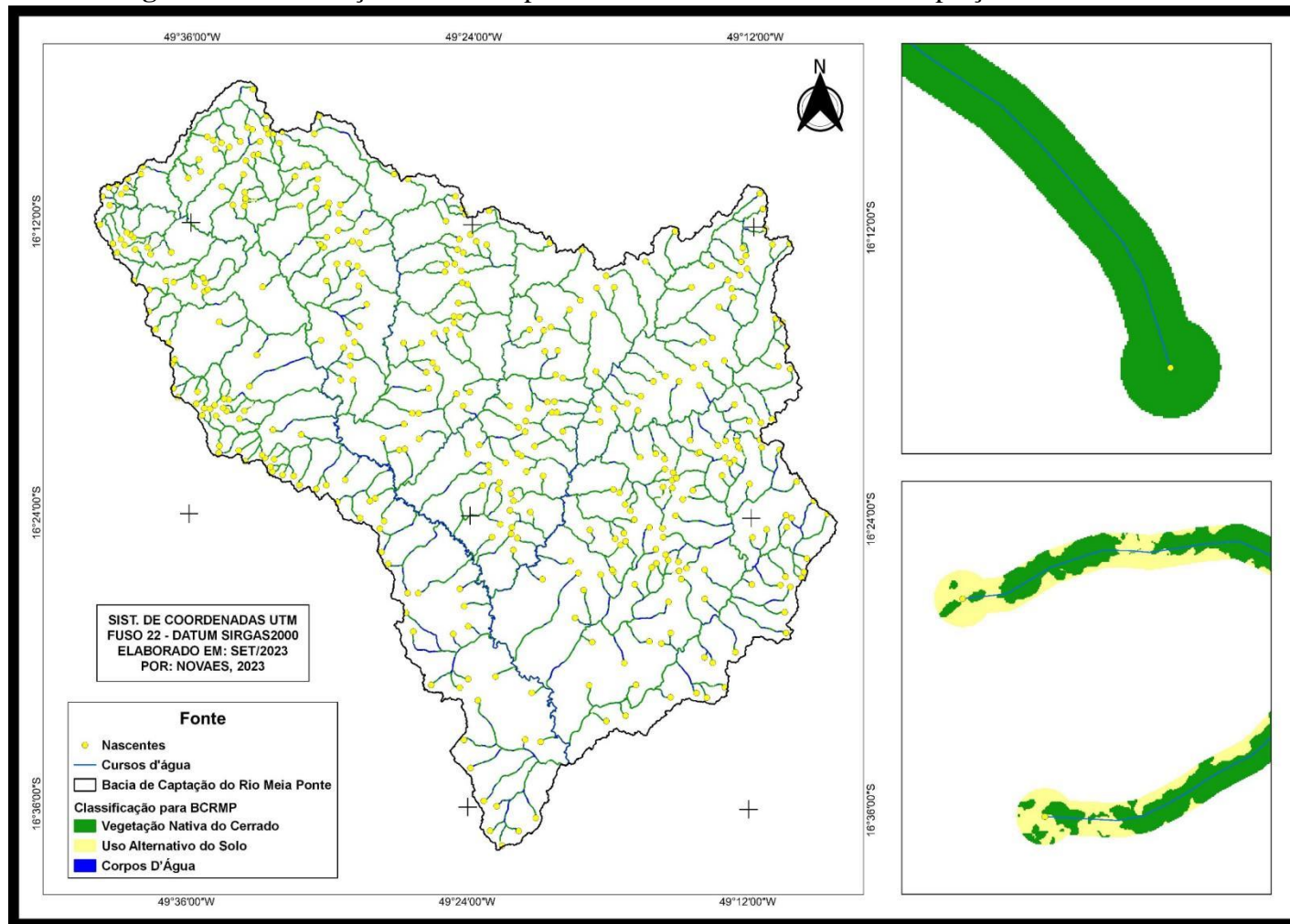
Das três classes definidas, a vegetação nativa do Cerrado predominou com 5.893,65 ha, correspondendo a (69,84%) do espaço ocupado pelas APPs analisadas. A classe para uso do solo esteve presente em aproximadamente um quarto da área de estudo (24,76%), ocupando cerca de 2.089,31 ha, enquanto os 455,81 ha (5,40%) restantes correspondem à extensão total dos corpos d'água presentes nas APPs (Tabela 4). Conforme pode ser observado na Figura 5, não é possível identificar um padrão espacial claro de concentração de uma das classes, com APP de nascentes e de cursos d'água se apresentando tanto preservada, i.e. coberta totalmente pela classe cerrado, quanto alterada.

**Tabela 4.** Quantificação das Classes na BCRMP.

Classes	(%)	Área
Vegetação Nativa do Cerrado	69,84%	5.893,65
Uso Alternativo do Solo	24,76%	2.089,31
Corpos D'Água	5,40%	455,81

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

**Figura 5.** Classificação das classes presentes nas APPs da Bacia de Captação Rio Meia Ponte.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.



Em termos gerais, a categoria corpos d'água refere-se também a pequenas represas ou barragens em cursos de água, que podem não exigir a criação de APPs se não forem resultado de cursos d'água naturais. Essas represas podem ter diferentes larguras, já que a faixa de APP é definida na licença ambiental concedida ao empreendimento (BRASIL, 2012). É importante observar que parte dessas represas ou barragens pode estar operando sem licenciamento ambiental adequado. Isso pode ser confirmado ao verificar as licenças ambientais nas esferas federal e estadual em vigor nos municípios que fazem parte da BCRMP. É importante ressaltar que para o estado de Goiás, o cadastramento e regularização de barragens foi prorrogado para até o dia 30 de abril de 2024, segundo a Lei nº 22.368/2023. Isso justifica a avaliação apenas das faixas de preservação permanente relacionadas aos cursos de água e às nascentes.

De um modo geral, a participação de atividades antrópicas em áreas de preservação permanente pode estar ligada, historicamente, à característica do solo, mais fértil, arável e drenado, e à baixa declividade de sua topografia, favorecendo o estabelecimento da agricultura nestas (PINHEIRO et al., 2011). Vale reforçar que a substituição da vegetação original ao desenvolvimento da agricultura pode resultar em contaminação da água, por produtos químicos e insumos agrícolas, e na mudança na permeabilidade do solo (PINTO; ROSSETE, 2012). Como a vegetação da APP é conectada aos corpos d'água não apenas pela superfície, mas também pela sub-superfície geohidrológica (ZHANG, 2013), este impacto tem potencial de se espalhar tanto horizontal (à jusante) quanto verticalmente, podendo, em situações ideais, alcançar aquíferos.

Lamentavelmente, o cenário encontrado na BCRMP se repete, em maior ou menor medida, em diversas bacias hidrográficas objeto de análises similares à realizadas neste trabalho. Almeida, Ferreira Júnior e Bayer (2018), por exemplo, ao analisarem os conflitos de uso do solo existentes nas APPs de cursos d'água, como rios, lagos, lagoas, reservatórios artificiais e nascentes da bacia hidrográfica do rio Coco, no estado do Tocantins, identificaram que 32,8% da vegetação natural haviam sido convertidos para uso humano, principalmente para pastagens, o que resulta em remanescentes de vegetação natural com percentuais próximos ao encontrados na BCRMP. Na Área de Proteção Ambiental Cabeceiras do Rio Paraguai, Pinto et al. (2011) quantificaram conflitos de uso da terra nas áreas de preservação permanente das margens dos cursos d'água, nascentes e corpos d'água, identificando usos inadequados que somavam 36% das APPs.

Situação mais grave foi encontrado por Santos et al. (2019), ao investigarem o histórico da ocupação irregular das APP (nascentes e cursos d'água) na bacia hidrográfica do rio Caldas, em Goiás, os quais registram que, no último ano de análise, mais de 47% das áreas estavam vinculadas a usos humanos, com aproximadamente 40,5% destinados a pastagens e os restantes divididos entre urbanização, solo exposto e queimadas. Tsujii et al. (2014), ao caracterizarem o estado de conservação das áreas de preservação permanente dos cursos hídricos nos municípios de Jataí e Rio Verde, GO, encontraram uma conjuntura ainda mais preocupante, com taxas de ocupação por atividades agrícolas, pastagens e áreas urbanas de 79,85% e 83,65%, respectivamente, o que evidencia a pouca efetividade que a APP pode ter na proteção destas faixas marginais dos corpos d'água.

No caso da pastagem, isto é, da pecuária, também presente na bacia de captação do rio Meia Ponte, o impacto pode se dar tanto no solo quanto no corpo d'água, pois, segundo Coutinho et al., (2013), esta atividade facilita o surgimento de erosões, devido à compactação do solo gerado pelo pisoteio do gado, o que dificulta a infiltração.

Ao analisar isoladamente as duas categorias de APPs elencadas para este estudo, entretanto, é possível notar que, enquanto nos cursos d'água há a prevalência da cobertura vegetal do Cerrado, que ocupa 71% do espaço identificado como APP, nas nascentes a predominância é de uso antrópico, classe que abrange pouco mais da metade (53%) desta faixa de proteção ambiental.

Mendes e Rosendo (2013) propuseram uma classificação do grau de preservação/degradação em nascentes que leva em consideração a percentagem do uso e cobertura do solo na APP das nascentes. Essa classificação categoriza como "preservada" a nascente com pelo menos 80% de cobertura natural, como "moderadamente preservada" quando a vegetação remanescente abrange de 60 a 79% da APP, "moderadamente degradada" quando a vegetação remanescente cobre de 40% a 59% da APP, "degradada" quando entre 61 e 80% da vegetação é suprimida, e "muito degradada" no cenário em que no máximo 19% da vegetação natural permanece. Embora essa metodologia tenha sido desenvolvida para avaliar nascentes individualmente, é possível afirmar que, de forma geral, as nascentes da BCRMP estão, em média, moderadamente degradadas. Essa avaliação, baseada em um valor médio, inclui tantas nascentes com 100% da vegetação preservada quanto aquelas cujos arredores estão completamente antropizados.

A despeito da necessidade da necessidade de se implementar uma fiscalização mais efetiva à conservação dos recursos naturais (BORGES, et al., 2016), o que, ao menos, poderia reduzir modificações futuras na APP da bacia de captação do rio Meia

Ponte, e da afirmação de Alves et al., (2015), de que reunir esforços e recursos para a preservação e recuperação de espaços como as APP é um dos grandes desafios da humanidade em relação à conservação ambiental, algumas ações estão sendo tomadas para a prevenção de impactos ou mesmo à recuperação das Área de Preservação Permanente.

Segundo informações do Ministério Público do Estado de Goiás (MPGO, 2023), projetos ambientais como o Ser Natureza desempenham um papel importante na recuperação das APPs. Este projeto inclui a formação de um grupo técnico-jurídico responsável pela elaboração de um diagnóstico para orientar as ações de recuperação das APPs na bacia.

Na escala da macro, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Goiás (SEMAD) tem atuado na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, desenvolvendo projetos, ações, sistemas e diversos estudos relacionados à sua recuperação. Outro exemplo de iniciativa visando a conservação da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte é o envolvimento da Universidade Federal de Goiás (UFG) em ações que vão desde a proteção das nascentes até a recuperação e preservação das áreas hídricas. Segundo a UFG (2020), essas atividades estão inseridas no Plano de Ação da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do rio Meia Ponte (UPGRH).

Além destas iniciativas locais, há dispositivos legais que, se exercidos em sua plenitude podem auxiliar sobremaneira a preservação das APPs. São exemplos o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e a, já citada, Lei 12.651/2012 (Código Florestal brasileiro), que abrange instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados encontrados na bacia de captação do rio Meia Ponte indicaram uma situação que, ainda que possam ser entendidas como "satisfatória", principalmente ao se comparar com a situação encontrada em outras bacias hidrográficas, carece de intervenções que resultem na garantia dos recursos naturais sustentáveis e na manutenção do equilíbrio ambiental da bacia.

Se considerarmos que o desejável é que as áreas de preservação permanente se caracterizem pela presença de vegetação nativa em sua totalidade, os quase 70% de

cobertura natural de cerrado encontrados na BCRMP estão longe do ideário esperado às faixas marginais dos rios e nascentes desta bacia. Ao se considerar o percentual das nascentes, e sua importância para a manutenção de qualquer curso d'água, é preocupante notar que mais da metade desta APP já cedeu espaço às atividades antrópicas.

Os procedimentos metodológicos empregados contribuíram para a avaliação das APPs por meio do uso de imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento. A utilização das imagens fusionadas do satélite CBERS-4A, com resolução espacial de 2 metros, resultou em uma alta acurácia e foi vital na identificação das APPs exploradas neste trabalho.

Compreender a situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) na bacia é fundamental para embasar propostas que visam um planejamento e gestão mais adequada para os problemas ambientais decorrentes das mudanças no uso alternativo do solo, uma vez que isso afeta indiretamente os recursos naturais da BCRMP. Portanto, é necessário fortalecer a fiscalização e o monitoramento das APPs para garantir o cumprimento das leis e normas que regem a proteção ambiental. Isso pode ser alcançado por meio da atuação dos órgãos governamentais, como o IBAMA e as secretarias estaduais de meio ambiente, bem como com a participação da sociedade civil.

Além disso, a conscientização da população sobre a importância das APPs e da preservação ambiental em geral pode ser promovida por meio de campanhas educativas, palestras, eventos e outras iniciativas que envolvam a comunidade local. A inclusão de mais informações é uma perspectiva positiva em relação à conscientização das APPs.

A promoção da recuperação das áreas degradadas e a restauração das APPs podem ser realizadas por meio de técnicas de reflorestamento, plantio de mudas, controle de erosão e outras medidas que visem à recuperação da vegetação nativa e à proteção dos recursos hídricos, além do estrito cumprimento da legislação.

É necessário promover a integração entre as políticas públicas de proteção ambiental e as políticas de desenvolvimento econômico para garantir um equilíbrio entre a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Isso pode ser alcançado por meio da adoção de medidas que incentivem a produção sustentável, a geração de emprego e renda, e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

A importância de promover a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias e práticas sustentáveis que possam contribuir para a preservação das APPs e a gestão dos recursos naturais do cerrado é fundamental. Essas iniciativas podem colaborar significativamente para a gestão ambiental da bacia e para a recuperação das APPs, não

apenas da bacia de captação do rio Meia Ponte, mas dos demais territórios que constituem o Cerrado e domínios brasileiros.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Catálogo de Metadados**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0f57c8a0-6a0f-4283-8ce3-114ba904b9fe>. Acesso em: 13 set. 2023.

ALMEIDA, R. F. B.; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; BAYER, M. Análise da cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do Rio do Coco e suas implicações sobre as áreas de preservação permanente como instrumento na gestão dos recursos hídricos. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 49, 2018.

ALVES, K. C. C. L. F. et al. Avaliação temporal dos conflitos de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Formoso, Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 83, p. 271–283, 2015.

BORGES, P. P.; MARTINS, P. T. A.; FERREIRA, A. A. Use and occupation of the soil through a historical series in the Santa Teresa river watershed in Goiás. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, p. 296-304, 2016.

BORGES, V. S.; OLIVEIRA, W. N. Análise multitemporal do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, n. 1, p. 79–93, 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nº 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 nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm). Acesso em: 06 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências. Disponível em: Disponível em: <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/90203/pdf>. Acesso em: 12 sep. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria Nº 463, de 18 de dezembro de 2018**. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Edição 243, Seção 1, Página 160, 19 de dez. 2018.

CBH. Comitês de Bacia Hidrográfica. Disponível em: <https://cbhmeiaponte.meioambiente.go.gov.br/>. Acesso em: 13 set. 2023.

COUTINHO, L. M.; ZANETTI, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O; XAVIER, A. C. Usos da terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 425-434, 2013.

PINTO, C. E. T.; ROSSETE A. M. Mapeamento dos conflitos no uso da terra em áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica do córrego Capitão Décio, Nova Xavantina – MT. **Ciência e Natureza**, v. 34, n. 2, p. 139-155, 2012.

BREVIGLIERI, M. Preservação permanente: papel na manutenção dos recursos hídricos. **Revista de Recursos Hídricos**, p. 78–92, 2021.

EBERHARDT, D. B.; CUNHA, F. G. DA. **Atlas geoquímico da bacia do Rio Paranaíba**. 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979. 83p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212100/1/SNLCS-Miscelania-1-1979.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2023.

EUGENIO, F. C. et al. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **CERNE**, v. 17, n. 4, p. 563–571, 2011.

GDAL/OGR contributors. GDAL/OGR Geospatial Data Abstraction software Library, 2020. Disponível em: <https://gdal.org/drivers/raster/vrt.html#gdal-vrttut-pansharpen>. Acesso em: 23 ago. 2023.

GRASS GIS - **Bringing advanced geospatial technologies to the world**. Disponível em: <http://grass.osgeo.org>. Acesso em: 23 ago. 2023.

INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais. **Câmeras Imageadoras CBERS 04A**. 2019. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php>. Acesso em: 09 ago. 2023.

JORNAL UFG. Disponível em: <https://jornal.ufg.br/n/133650-equipe-tecnica-da-ufg-apresenta-diagnostico-sobre-recursos-hidricos-do-rio-meia-ponte>. Acesso em: 9 out. 2023.

KRAESKI, A. et al. Identification of land use conflicts in Permanent Preservation Area in a Brazilian Amazon sub-basin. **Sociedade & natureza**, v. 35, n. 1, 2022.

KLINK, C. et al. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, n. 1, p. 159–174, 1977.

LEITE, M. E.; FERREIRA, M. F. F. Análise Espaço-Temporal do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tábuas, Norte de Minas Gerais, com Aplicação das Geotecnologias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 2, 2013.

LIMA, L. D.; IMOLESKI, D. T.; (SINFO-MPGO), T. D. **Ser Natureza**: MPGO inicia tratativas com a AMMA para ação. Disponível em: <https://mpgo.mp.br/portal/noticia/ser>

[natureza-mpgo-inicia-tratativas-com-a-amma-para-acoes-de-recuperacao-do-rio-meia-ponte-em-goiania](#). Acesso em: 13 set. 2023.

MAGALHÃES C. S.; FERREIRA R. M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Inf. Agropec.**, v. 21, n. 207, p. 33-39. 2000.

MMA. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Áreas Prioritárias para a Conservação. **Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/areas-prioritarias>. Acesso em: 04 ago. 2023.

NOVAIS, G. T. Classificação climática aplicada ao estado de Goiás e ao Distrito Federal, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 40, e62297. 2020.

PINHEIRO, A.; BERTOLDI, J.; VIBRANS, A.C.; KAUFMANN, V.; DESHAYES, M. 2011. Uso do solo na zona ripária de bacias agrícolas de pequeno e médio porte. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1245-1251, out. Retrieved from: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/YG6TQFBmfPThNy7VSSSTppMp/?lang=pt>>, september 4, 2023.

PINTO, C. E. T. et al. Conflitos ambientais em áreas de preservação permanente nas cabeceiras do Alto rio Paraguai em Diamantino/MT e Alto Paraguai/MT - Brasil. In: **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**. Curitiba (PR), 30 de abril a 05 de maio de. p. 6216–6223, 2011.

PIVELLO, V. R. et al. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. Orgs) Cerrado: **Ecologia, Biodiversidade e Conservação**, 2005.

REIS, J. T.; FILHO, W. P. Influência do uso e ocupação da terra no ecossistema aquático da sub-bacia hidrográfica do arroio cadena, em Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, v. 28, p. 75–90, 2006.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação. Downloads. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegddownloads/>. Acesso em: 13 set. 2023.

SANO, E. E. et al. Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, n. 0, 2019.

SANTOS, L. A. C. et al. Conflitos de Uso e Cobertura do Solo para o Período de 1985 a 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Caldas-GO. **Fronteiras Journal of Social Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 189–211, 2019.

SANTOS, A. Importância das áreas de preservação permanente para a adaptação das comunidades locais às mudanças climáticas. **Revista de Meio Ambiente e Sustentabilidade**, p. 78–95, 2020.

SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. Análise socioeconômica e espacial da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte (GO). **Revista Geografias**, v. 18, n. 2, p. 1–20, 2023.

SEMAD. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

**Caracterização da Bacia.** 2020. Acesso em: 02 ago. 2023. Disponível em: [https://www.meioambiente.go.gov.br/noticias/1592-bacia\\_meiaponte.html](https://www.meioambiente.go.gov.br/noticias/1592-bacia_meiaponte.html).

SMITH, P. et al. Greenhouse gas mitigation in agriculture. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 363, n. 1492, p. 789–813, 2008.

SOARES, V. P. et al. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu - MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 555–563, 2011.

SOUZA, C. M., Jr et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and earth engine. **Remote sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

SOUZA, J.; MARTINS, P.; DRUCIAKI, V. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, p. e922020, 8 set. 2020.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos estudos CEBRAP**, n. 89, p. 111–135, 2011.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature ecology & evolution**, v. 1, n. 4, p. 99, 2017.

TSUJII, P. K. et al. Uso e ocupação das áreas de preservação permanentes no sudoeste goiano. **Revista de Geografia**, p. 43–60, 2014.

ZHANG, Y. The Home of Cutting-edge Research on Riparian Biophysical Processes, Biodiversity, Ecosystem Functions and Services. **Riparian Ecology and Conservation**. V. 1, Pages 1-2, DOI: 10.2478/remc-2013-0001, Jan. 2013.