

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

LUCAS JOSÉ CRUZ DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICOS, USO E COBERTURA
DO SOLO E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO APIAÍ-GUAÇU, MUNICÍPIO DE BURI-SP**

BURI - SP
2025

LUCAS JOSÉ CRUZ DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICOS, USO E COBERTURA
DO SOLO E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO APIAÍ-GUAÇU, MUNICÍPIO DE BURI-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências da
Natureza da Universidade Federal de
São Carlos, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. André Marcondes
Andrade Toledo

BURI - SP

2025

dos Santos, Lucas José Cruz

Caracterização de aspectos físicos, uso e cobertura do solo e diagnóstico ambiental na bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu, município de Buri-SP / Lucas José Cruz dos Santos --2025. 69f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): André Marcondes Andrade Toledo

Banca Examinadora: Claudia Marisse dos Santos Rotta, Vinicius Moura Costa

Bibliografia

1. Recursos Hídricos. 2. Uso do Solo. 3. Diagnóstico Ambiental. I. dos Santos, Lucas José Cruz. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)


DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Folha de Aprovação


Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do candidato **Lucas José Cruz dos Santos**, realizada em 08/01/2025.

Documento assinado digitalmente
 **ANDRE MARCONDES ANDRADE TOLEDO**
Data: 08/01/2025 15:52:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Marcondes Andrade Toledo – Orientador
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino.

Documento assinado digitalmente
 **CLAUDIA MARISSÉ DOS SANTOS ROTTA**
Data: 08/01/2025 16:09:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Cláudia Marisse dos Santos Rotta
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino.

Documento assinado digitalmente
 **VINICIUS MOURA COSTA**
Data: 08/01/2025 17:02:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Vinicius Moura Costa
Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais-ESALQ/USP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por me iluminar e fortalecer em todos os momentos, e a minha mãe, que sempre me incentivou e apoiou ao longo de toda a minha trajetória, sendo exemplo de amor, dedicação e perseverança.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus, por me guiar e fortalecer em todos os momentos desta jornada.

Agradeço à minha mãe, que esteve ao meu lado durante toda a minha jornada. Você acompanhou de perto cada momento, compartilhando minhas angústias e dúvidas, e nunca me deixou desistir de acreditar em mim mesmo. Sua força e dedicação me mantiveram firme em cada passo desse processo. Sou profundamente grato por cada sacrifício que você fez, por abrir mão de si mesma para que eu tivesse o melhor que poderia oferecer. Sua generosidade e amor são a razão pela qual consegui chegar até aqui.

Agradeço ao meu pai, por seu apoio e por sempre acreditar no meu potencial.

Agradeço à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Lagoa do Sino, e a todos que nela resistem e colaboram diariamente para o avanço do ensino, da pesquisa e da extensão.

Sou profundamente grato a todos os professores que, de alguma forma, contribuíram para minha formação, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

Um agradecimento especial ao meu orientador, André Toledo, pelo aceite, pelo apoio constante e pelos valiosos ensinamentos e conhecimentos transmitidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço imensamente pela participação de cada pessoa que, direta ou indiretamente, fez parte desta trajetória, deixando marcas positivas e inspiradoras.

RESUMO

A remoção ou alteração das áreas de vegetação nativa causa graves impactos ambientais, podendo resultar na diminuição da biodiversidade, na alteração do ciclo hidrológico e na degradação do solo. Essa modificação na cobertura nativa está intrinsecamente ligada às Áreas de Preservação Permanente (APP) e às Unidades de Conservação (UC). Considerando a escassez de estudos na região do rio Apiaí-Guaçu, este trabalho tem como objetivo caracterizar o uso e a cobertura do solo, os aspectos físicos, bióticos e climáticos, além de realizar um diagnóstico ambiental e socioeconômico da bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu. O estudo também visa caracterizar o uso e a ocupação do solo, bem como as áreas de restrição ambiental, com foco no município de Buri/SP, por meio de técnicas de geoprocessamento. Os elementos gráficos produzidos, aliados a ferramentas de análise e quantificação, apresentaram resultados significativos para a compreensão e avaliação das dinâmicas da região. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio da área é de 0.693. O uso e a ocupação do solo entre 1985 e 2022 sofreu modificações significativas, com destaque para o aumento de áreas de soja, cana-de-açúcar, lavouras perenes e área urbana, enquanto a cobertura florestal apresentou redução. Em relação às Áreas de Preservação Permanente no município de Buri, observou-se que aproximadamente 26,07% dessas áreas são utilizadas pela agropecuária (20,6 km²) e por áreas não vegetadas (3,58 km²). Os resultados obtidos neste estudo contribuíram para uma melhor compreensão da área em questão e podem auxiliar na tomada de decisões futuras, orientando estratégias de gestão e conservação.

Palavras-chave: uso e ocupação do solo; recursos hídricos; atividades antrópicas; áreas de preservação permanente; geoprocessamento.

ABSTRACT

The removal or alteration of native vegetation areas causes severe environmental impacts, potentially resulting in biodiversity loss, changes in the hydrological cycle, and soil degradation. This modification of native cover is intrinsically linked to Permanent Preservation Areas (APP) and Conservation Units (UC). Given the scarcity of studies in the Apiaí-Guaçu River region, this study aims to characterize land use and cover, as well as physical, biotic, and climatic aspects, in addition to conducting an environmental and socio-economic diagnosis of the Apiaí-Guaçu River basin. The study also aims to characterize land use and occupation, as well as areas of environmental restriction, focusing on the municipality of Buri/SP, through geoprocessing techniques. The graphical elements produced, combined with analysis and quantification tools, provided significant results for understanding and evaluating the region's dynamics. The average Human Development Index (HDI) for the area is 0.693. Land use and land cover between 1985 and 2022 underwent significant changes, with a notable increase in areas of soy, sugarcane, perennial crops, and urban areas, while forest cover showed a reduction. Regarding the Permanent Preservation Areas in the municipality of Buri, it was observed that approximately 26.07% of these areas are used for agriculture (20.6 km²) and non-vegetated areas (3.58 km²). The results obtained in this study contributed to a better understanding of the area in question and can assist in future decision-making, guiding management and conservation strategies.

Keywords: land use and occupation; water resources; anthropic activities; permanent preservation areas; geoprocessing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa da Bacia Hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu.....	23
Figura 2 - Fluxograma da metodologia do trabalho.....	24
Figura 3 - Mapa de Altitude da Bacia.....	38
Figura 4 - Mapa de Declividade da Bacia.....	39
Figura 5 - Relevo da Bacia.....	40
Figura 6 - Mapa de Litologia da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	41
Figura 7 - Mapa Pedológico da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	43
Figura 8 - Perfil Climático da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	44
Figura 9 - Mapa de Precipitação Média Anual na Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	45
Figura 10 - Média Mensal de Precipitação nas Estações Pluviométricas da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	46
Figura 11 - Mapa de Disponibilidade Hídrica da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	47
Figura 12 - Gráfico da Demanda Anual Retirada de Água nos Municípios da Bacia.....	48
Figura 13 - Gráfico da Vazão Média em % Retirada de Água por Setor nos Municípios da Bacia.....	49
Figura 14 - Distribuição dos Pivôs Centrais na Bacia Hidrográfica.....	50
Figura 15 - Mapa de Erodibilidade da Bacia Hidrográfica.....	51
Figura 16 - Mapa de Uso do Solo da Bacia Hidrográfica em 1985 e 2022.....	53
Figura 17 - Restrições Ambientais da Bacia.....	54
Figura 18 - Mapa de Uso do Solo do Município de Buri.....	57
Figura 19 - Restrições Ambientais do Município de Buri.....	58
Figura 20 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Área de Preservação Permanente do Município de Buri.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Declividade Embrapa - 1979.....	25
Tabela 2 - Classificação de Declividade Embrapa - 1979.....	26
Tabela 3 - Classificação das classes com base nos limites percentuais EMBRAPA.....	26
Tabela 4 - Reclassificação por classes.....	28
Tabela 5 - Dados socioeconômicos da Sub-Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	34
Tabela 6 - Índices de Atendimento e Tratamento de Água e Esgoto nos Municípios da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.....	36
Tabela 7 - Parâmetros Morfométricos da Bacia Hidrográfica.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP – Área de preservação permanente
CBERS – *China-Brazil Earth Resources Satellite*
EPA – *Environmental Protection Agency*
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDW – *Inverse Distance Weighted*
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LPVN – Lei de Proteção da Vegetação Nativa
PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
SCUT – Sistema de Classificação de Uso da Terra
SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados
SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SigRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SOE-DAEE – Sistema de Outorga Eletrônica do Departamento de Águas e Energia Elétrica
UCs – Unidades de Conservação
UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVO.....	15
2.1 GERAL.....	15
2.2 ESPECÍFICOS.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 CONCEITOS E MÉTODOS DE DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	15
3.2 NORMAS AMBIENTAIS.....	17
3.3 MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	18
3.4 SENSORIAMENTO REMOTO.....	20
3.5 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	21
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	21
4.2 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO.....	24
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS, BIÓTICOS, CLIMÁTICO E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APIAÍ-GUAÇU.....	24
4.3.1 Morfometria da Bacia.....	24
4.3.2 Declividade e Elevação da Bacia.....	25
4.3.3 Geomorfologia.....	26
4.3.4 Tipo de Solo e Geologia.....	27
4.3.5 Clima.....	27
4.3.6 Pluviosidade.....	28
4.3.7 Disponibilidade e Demanda Hídrica.....	29
4.3.7.1 Disponibilidade Hídrica.....	29
4.3.7.2 Demanda Hídrica.....	29
4.3.8 Outorga e Conflitos da Água.....	30
4.3.8.1 Outorgas Realizadas e Finalidade por Setores.....	30

4.3.8.2 Pivôs Centrais e Área Irrigada.....	30
4.3.9 Suscetibilidade de Erosão do Solo.....	30
4.3.10 Mapa de Uso e Cobertura do Solo.....	30
4.3.11 Restrições Ambientais.....	31
4.4 ESTUDO DO CASO DO MUNICÍPIO DE BURI.....	31
4.4.1 Plano de Gestão Agrícola.....	31
4.4.2 Uso e Ocupação do Solo no Município.....	32
4.4.3 Áreas de restrição ambiental no município.....	32
4.4.4 Análise descritiva e comparativa.....	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
5.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO.....	34
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS, BIÓTICOS, CLIMÁTICOS E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	36
5.2.1 Morfometria da Bacia.....	36
5.2.2 Declividade e Elevação da Bacia.....	37
5.2.3 Geomorfologia.....	39
5.2.4 Tipo de Solo e Geologia.....	40
5.2.5 Clima.....	43
5.2.6 Pluviosidade.....	44
5.2.7 Disponibilidade e Demanda Hídrica.....	46
5.2.7.1 Disponibilidade Hídrica.....	46
5.2.7.2 Demanda Hídrica.....	47
5.2.8 Outorga e Conflitos da Água.....	49
5.2.8.1 Outorgas Realizadas e Finalidade por Setores.....	49
5.2.8.2 Pivôs Centrais e Área Irrigada.....	49
5.2.9 Suscetibilidade de Erosão do Solo.....	50
5.2.10 Uso e Cobertura do Solo.....	51
5.2.11 Restrições Ambientais.....	53
5.3 ESTUDO DO CASO: MUNICÍPIO DE BURI.....	54

5.3.1 Plano de Gestão Agrícola.....	54
5.3.2 Uso e Ocupação do Solo no Município.....	55
5.3.3 Áreas de restrição ambiental no município.....	57
5.3.4 Análise descritiva e comparativa.....	58
6. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

1. INTRODUÇÃO

A água é indispensável para a sobrevivência humana, o equilíbrio dos ecossistemas e o desenvolvimento econômico (Alves *et al.*, 2017). Sua qualidade e disponibilidade são fundamentais para as espécies e comunidades que dela dependem, o que torna a preservação dos corpos d'água uma prioridade crescente. A Lei Nacional das Águas (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997), estabelece que a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, reforçando a importância de sua gestão sustentável (Brasil, 1997). Dessa forma, a água doce presente nos ecossistemas hídricos é mais do que apenas um bem, ela é vital para a manutenção e o suporte da vida daqueles que dela dependem (Postel, 2003). Nesse contexto, os rios e corpos hídricos desempenham um papel crucial, pois, além de abastecerem a população local, sustentam atividades agrícolas e industriais, permitindo o uso múltiplo das águas.

De acordo com Ngoye & Machiwa (2004) "a qualidade da água em rios está geralmente ligada ao uso da terra na bacia hidrográfica, que pode afetar a quantidade e a qualidade do escoamento durante e após as chuvas". O crescimento econômico e a consolidação massiva das zonas urbanas geram pressões crescentes sobre os rios e os ambientes aquáticos, exercendo um impacto direto e acelerado a transformação do solo e da cobertura terrestre (Dudgeon, 2019; Preidl; Lange; Doktor, 2020). Conforme estudos de Geist & Lambin (2001), as causas do desmatamento "estão ligadas a um conjunto de ações, fatores e razões, sendo que as principais causas proximais definidas por eles incluem: expansão agrícola, extração de madeira e expansão de infraestrutura".

O desmatamento ou a modificação do uso da cobertura vegetal nativa tem o potencial de aumentar o escoamento superficial da água, resultando em erosão do solo, assim como acúmulo de sedimentos em rios e lagos (Tucci & Clarke 1997; Dudgeon, 2019; Metzger *et al.*, 2019). Ademais, a remoção da cobertura vegetal que resguarda os corpos d'água promove o acúmulo de matéria orgânica na água, ocasionando modificações nas características que influenciam sua temperatura (Dudgeon, 2019).

A bacia hidrográfica capta a água da precipitação e a direciona por meio de canais secundários menores até chegar a um rio principal. Esse rio, por sua vez, transporta a água acumulada para uma saída, que deságua em um corpo d'água maior (Rodrigues; Pissara; Campos, 2008). Dessa forma, a bacia hidrográfica funciona como um sistema de drenagem, concentrando as águas pluviais em um fluxo contínuo até seu

destino final. A Lei nº 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelece a bacia hidrográfica como a unidade territorial básica para o estudo e a gestão dos recursos hídricos no Brasil (Brasil, 1997).

A Lei nº 12.651/2012, conhecida como o "Novo Código Florestal", estabelece diretrizes para a proteção da vegetação nativa no Brasil, promovendo a preservação de florestas e outras formas de vegetação nativa como essenciais para o equilíbrio ambiental (Brasil, 2012). Conforme a utilização e ocupação do solo nessas regiões são modificadas pelas atividades humanas, processos vitais são afetados, colocando em risco a estabilidade dos ecossistemas e dos recursos hídricos dos quais todos os seres vivos dependem. A integridade das Áreas de Preservação Permanente (APPs) tem um impacto significativo na saúde das bacias hidrográficas, já que suas funções naturais são essenciais para regular ciclos vitais (Borges *et al.*, 2011).

Nesse contexto, é imprescindível realizar estudos abrangentes que caracterizem o ambiente físico e o uso do solo na bacia, sendo necessário desenvolver estudos integrados e que compreendam o funcionamento essencial das bacias hidrográficas para uma gestão eficaz e sustentável (Vasco *et al.*, 2011). Esses estudos são fundamentais para elaborar diagnósticos ambientais que permitam identificar áreas vulneráveis e os conflitos no uso dos recursos hídricos.

O presente estudo teve como foco a bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu, onde fatores como citados por Geist & Lambin (2001), exercem pressões sobre as APPs e causam conflitos pelo uso dos recursos hídricos. O objetivo foi diagnosticar os aspectos socioeconômicos, físicos e bióticos da bacia, além de realizar um levantamento sobre o plano de gestão agrícola e o uso do solo, no município de Buri-SP. Para alcançar esse objetivo, foram utilizados métodos baseados na compilação de dados digitais (como mapas temáticos, planilhas e relatórios), técnicas de geoprocessamento para análise espacial e integração de informações, e tratamento e análise de imagens digitais. O estudo visou contribuir para uma compreensão mais profunda das dinâmicas ambientais da região, auxiliando nas decisões tomadas pelos gestores públicos nos níveis municipal, estadual e federal.

2. OBJETIVO

2.1 GERAL

Este trabalho teve por objetivo caracterizar o uso e cobertura do solo, os aspectos físicos, e realizar diagnóstico ambiental e socioeconômico na bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu, com foco no município de Buri/SP, envolvendo o plano de gestão agrícola, por meio de técnicas de geoprocessamento.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar diagnóstico socioeconômico dos municípios da bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu;
- Caracterizar os aspectos físicos (rede de drenagem, elevação, declividade, geomorfologia, tipos de solo, geologia, suscetibilidade à erosão, clima e pluviosidade) da bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu;
- Caracterizar a disponibilidade e a demanda hídrica, as outorgas e os conflitos na bacia;
- Caracterizar o uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica e realizar o diagnóstico nas áreas com restrições ambientais (Unidades de Conservação);
- Caracterizar o uso e cobertura do solo e realizar o diagnóstico nas áreas com restrições ambientais (APPs e Unidades de Conservação) no município de Buri-SP;
- Realizar o diagnóstico do plano de gestão agrícola do município de Buri-SP e identificar possíveis irregularidades em relação às restrições ambientais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONCEITOS E MÉTODOS DE DELIMITAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Existem diversas definições para bacia hidrográfica na literatura. No contexto geográfico e hidrológico, trata-se de uma região cuja formação natural facilita a captação da água proveniente da precipitação, seu escoamento superficial e o

direcionamento até o ponto de deságue. Segundo Tucci (2007), “A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório”. A estrutura geológica da região determina o relevo e orienta o fluxo da água das áreas mais altas para as mais baixas, canalizando a drenagem em direção a esse curso principal, que deságua em sua foz (Tucci, 2007).

Além de ser uma delimitação geográfica, o conceito de bacia hidrográfica também abrange um sistema essencial de ligação entre água, solo e vida, exercendo uma influência direta no equilíbrio ambiental e no bem-estar das comunidades que a ocupam. Yassuda (1993), descreve a bacia hidrográfica como um "palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural". Essa abordagem multidisciplinar ressalta a complexidade das interações dentro das bacias hidrográficas e a importância de considerar não apenas os aspectos hidrológicos, mas também os aspectos ambientais, sociais e econômicos na gestão dessas áreas (Schiavetti & Camargo, 2015).

A delimitação precisa da bacia hidrográfica é fundamental para garantir a acurácia dos estudos, pois representa a realidade da área de análise. Com o avanço das tecnologias, surgem diversos métodos para essa delimitação, que podem envolver desde etapas manuais, com a interpretação da elevação do terreno por meio de curvas altimétricas, até processos semi-automatizados (Alves *et al.*, 2010; Faria *et al.*, 2023).

A delimitação automática requer uma base de dados, como um banco de dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), que fornece um Modelo Digital de Elevação (MDE). Para a delimitação automática utilizando dados SRTM, são necessárias quatro etapas, conforme afirmam Dias *et al.*, (2004) “preenchimento de depressões, cálculo do mapa de direção de fluxo, geração do mapa de fluxo acumulado e criação das bacias hidrográficas”.

A automatização desse processo é uma alternativa válida comparando a processos manuais, que podem apresentar variações devido às diferenças de interpretação entre pessoas. Esse método automatizado facilita o trabalho, demandando menos tempo e oferecendo precisão na definição das áreas, tornando-se uma ferramenta eficaz para estudos que exigem consistência nos resultados (Alves *et al.*, 2010). Em *softwares* de Sistema de Informações Geográficas (SIG), como o QGIS, essas etapas estão disponíveis como ferramentas do módulo *raster* do GRASS (QGIS, 2024). A

escolha entre a metodologia manual e a automática depende da disponibilidade de dados e da necessidade de precisão na delimitação da bacia.

3.2 NORMAS AMBIENTAIS

A gestão das bacias hidrográficas está conectada às normas ambientais, como o Código Florestal e o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), que promovem a preservação e o uso sustentável dos recursos naturais. O marco inicial na elaboração de leis que abordassem os desafios relacionados à vegetação nativa e à expansão da agricultura no Brasil foi o decreto 23.793, de 1934, que regulamentou o código florestal brasileiro. No entanto, o referido decreto não contemplava a implementação de medidas eficazes para a preservação absoluta (Branca et al., 2016).

O que levou à necessidade de avanços normativos, culminando de forma contemporânea na criação do "Novo Código Florestal", a Lei nº 12.651/2012 que regulamenta a proteção e o uso das florestas e da vegetação nativa, estabelecendo áreas de proteção como as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais, além de diretrizes para a recuperação de ecossistemas degradados (BRASIL, 2012).

Segundo Brasil (2012), no seu Art. 3º. da Lei 12.651/12 entende-se como Área de Preservação Permanente:

“II - Área de Preservação Permanente - APP: 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;”

Em relação à delimitação, conforme o artigo 4º. da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), às Áreas de Preservação Permanente (APPs) são classificadas com base em características específicas que incluem:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água

com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas; [...]

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45° , equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; [...]

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;”

Outra importante legislação é a Lei nº 9.985/2000, que estabelece o SNUC, com o objetivo de preservar os recursos naturais e a biodiversidade nas unidades de conservação (Brasil, 2000). O SNUC é uma ferramenta fundamental para o planejamento e a gestão dessas áreas, onde no Art. 2º da Lei nº 9.985/2000, define unidade de conservação como:

“I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;” (Brasil, 2000)

Ademais, a legislação classifica as unidades de conservação em dois grupos com base em suas características: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, onde as restrições podem ser compreendidas segundo sua própria classificação, a gestão integral define interações mais limitadas e restritivas, enquanto nas unidades sustentáveis a premissa consiste em interações que visam o uso de recursos que não causam impactos significativos (ICMBIO, 2016).

3.3 MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Compreender as interações entre as atividades humanas e o meio ambiente é essencial para o desenvolvimento de estratégias de planejamento sustentável e para a gestão eficiente dos recursos naturais. O uso do solo envolve atividades humanas que alteram a cobertura da terra e desempenham um papel central nesse processo, uma vez que implica na modificação do ambiente natural para atender às necessidades humanas (El Khalil *et al.*, 2013; IBGE, 2013).

O uso desordenado do solo têm impacto significativo quando essas áreas são convertidas para práticas agrícolas, podendo levar à diminuição da biodiversidade, à alteração do ciclo hidrológico e ao aumento do assoreamento em corpos d'água, afetando a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos (Filho *et al.*, 2005; EPA, 2024). Além disso, a intensificação da agricultura de forma não sustentável, com

práticas inadequadas como o uso excessivo de fertilizantes e pesticidas, pode acarretar sérios impactos ambientais. Esse processo explora ao máximo os recursos naturais, desgastando as características essenciais do solo e água (Filho *et al.*, 2005; Ferraz; Kuchler; Simões, 2021).

Dessa forma, a utilização de práticas que visem determinar os efeitos diversos, por meio de estudos que qualificam e quantificam de forma dinâmica as atividades humanas no uso do solo e suas variações no espaço e no tempo, torna-se uma ferramenta essencial. Autores destacam a importância das pesquisas que utilizam métodos de análise de dados geoespaciais para melhor compreender as atividades de uso e cobertura da terra. Uma vez que oferecem dados atualizados, os estudos passam a ser uma ferramenta estratégica fundamental para o planejamento e a tomada de decisão (Rozenstein & Karnieli, 2011; Leite & Rosa, 2012; IBGE, 2013).

Com relação a classificação do uso do solo, diversas ferramentas estão sendo desenvolvidas e aprimoradas, como o Sistema de Classificação de Uso da Terra - SCUT. Esse sistema adota uma metodologia que visa compreender as atividades humanas e ocupação do solo por meio da classificação, combinando dados textuais e gráficos. O SCUT propõe uma análise integrada das informações, definindo diferentes níveis de análise do uso e cobertura do solo (IBGE, 2013).

O MapBiomias é um caso prático de aplicação de um sistema de classificação de uso e cobertura do solo, por meio da fusão de imagens de satélite, algoritmos avançados e plataformas computacionais. Por meio de imagens Landsat com resolução de 30 x 30 metros por pixel, o MapBiomias possibilita a avaliação dos padrões espaciais e temporais de transformação do território brasileiro de forma atualizada, oferecendo uma visão abrangente das mudanças no uso da terra ao longo das últimas décadas (Mapbiomas, 2023).

Existem diversas técnicas que podem ser aplicadas em estudos que caracterizam e elaboram mapas de uso e cobertura do solo. A interpretação visual de imagens é uma dessas opções, mas apresenta algumas desvantagens, como destacam diversos autores (Vasconcelos & Novo, 2002; Rozenstein & Karnieli, 2011). Com o progresso das tecnologias de sensoriamento remoto, tornou-se viável a implementação de procedimentos automatizados de classificação. Devido à sua capacidade de processamento, essas tecnologias possibilitam a análise e o mapeamento de extensas regiões (Rozenstein & Karnieli, 2011), como é o caso do projeto MapBiomias (Mapbiomas, 2023).

Outra importante característica da classificação automática é a distinção entre os métodos. Chama-se supervisionado quando há, por meio do autor, a indicação de áreas de suporte que influenciam a classificação, já as não supervisionadas não possuem nenhum viés antes do processo de classificação (Venturieri & Santos, 1998; Leite & Rosa, 2012; Gonzalez & Woods, 2017).

Nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), ferramentas de classificação supervisionada são amplamente utilizadas. No QGIS, o *plugin* Dzetsaka, desenvolvido por Nicolas Karasiak em 2016, é um exemplo de como essas ferramentas podem ser implementadas. O Dzetsaka depende de uma camada *shapefile*, onde polígonos criados por vetores contendo amostras de diferentes classes, conhecidas, segundo Venturieri & Santos (1998), como “assinatura”, são utilizadas para treinar o algoritmo. Essas amostras são essenciais para reconhecer padrões espectrais específicos nas imagens, o que permite uma classificação automática da área de estudo com maior precisão.

3.4 SENSORIAMENTO REMOTO

O avanço tecnológico permitiu o uso de técnicas que integram bases de dados geoespaciais. O sensoriamento remoto caracteriza-se pela obtenção de informações à distância, utilizando sensores que captam a radiação eletromagnética refletida pelos alvos na superfície terrestre (Fitz, 2008; Meneses & Almeida, 2012; Rosa, 2013).

Satélite como o CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) destaca-se como exemplo significativo de plataforma dedicada ao sensoriamento remoto. O CBERS é um programa de satélites desenvolvido em colaboração entre Brasil e China, com lançamento iniciado em 1999 (INPE, 2024).

Desde então, a tecnologia proporcionada pelos satélites CBERS tem sido fundamental para diversos estudos e iniciativas voltadas para o monitoramento ambiental. Esses estudos abrangem uma ampla gama de aplicações, incluindo o mapeamento do uso da terra e da cobertura vegetal (Brito & Prudente, 2005), a identificação e conservação da vegetação ciliar (Silva; Abdon; Rossi, 2009), a avaliação do estado trófico de reservatórios e da produção agrícola (Coelho *et al.*, 2011; Montesi & Batista, 2003), o impacto da ação antrópica (Paranhos Filho *et al.*, 2005), e o diagnóstico do uso do solo e a detecção de conflitos no uso do solo (Batista; Almeida; Melo, 2010; Teixeira *et al.*, 2019), entre outros.

O CBERS-04A, possui três câmeras com diferentes resoluções espaciais: a WFI, brasileira, com 55 metros; a MUX, também brasileira, com 16,5 metros; e a WPM,

chinesa, com 8 metros no modo multiespectral e 2 metros no modo pancromático, adequada para análises mais detalhadas (INPE, 2024). A escolha do satélite e das imagens depende diretamente da resolução espacial e da amplitude necessárias para atender aos objetivos do estudo, garantindo que os dados sejam adequados à escala e ao nível de detalhamento desejados.

3.5 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Segundo Rosa (2013), um Sistema de Informação Geográfica pode ser definido como “um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise, simulação, modelagem e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias”.

Zaidan (2017), destaca os elementos essenciais para formação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), onde incluem dados georreferenciados, utilizados por usuários com interesses comuns, que executam tarefas como coleta, armazenamento, processamento e análise em softwares e hardwares. Esses processos promovem, por meio dos produtos digitais de representação visual e numérica gerados, uma melhor gestão do ambiente.

Softwares voltados ao processamento e à análise geoespacial representam um avanço significativo na avaliação ambiental. Esses programas, conhecidos como Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), disponibilizam uma ampla variedade de ferramentas aplicáveis em diferentes áreas. Entre os exemplos mais reconhecidos e amplamente utilizados está o QGIS, um *software* de código aberto que se destaca por sua versatilidade e pela ampla variedade de ferramentas de geoprocessamento disponíveis (QGIS, 2024).

4. METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

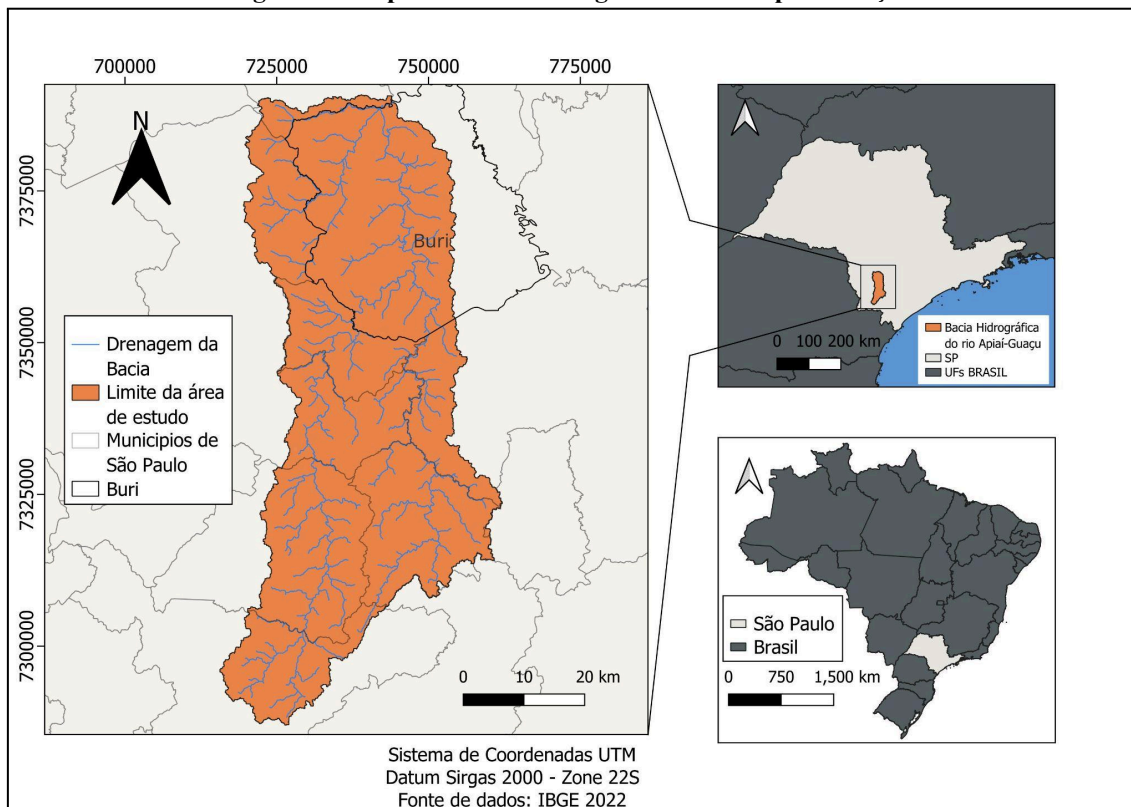
A pesquisa foi desenvolvida na bacia do rio Apiaí-Guaçu, que está localizada entre as latitudes 23°34'S e 24°30'S, e longitudes 48°52'W e 48°25'W no estado de São Paulo. O rio nasce na Serra Água Limpa, no município de Apiaí, a aproximadamente 1000 metros de altitude. Sua foz está localizada no rio Paranapanema, na divisa dos limites administrativos dos municípios de Buri e Campina do Monte Alegre. Segundo o SigRH (Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos), o rio Apiaí-Guaçu

compreende duas sub-bacias: o Alto Apiaí-Guaçu, com área de drenagem de 1.118,48 km², e o Baixo Apiaí-Guaçu, com área de drenagem de 879,49 km² (SIGRH, 2019). O rio Apiaí-Guaçu está entre os principais cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. A bacia do rio Apiaí-Guaçu faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 14 (UGRHI 14).

Inicialmente para a delimitação da bacia, foi realizado o download dos arquivos matriciais “SF-22-Z-D” e “SG-22-X-B”, que são imagens SRTM correspondentes à região da bacia. Esses dados estão em Sistema de Coordenadas Geográficas, utilizando o Datum WGS84 e estão disponíveis no site da EMBRAPA no mapa “Brasil em Relevo”, onde para cada estado possuem um mosaico de dados divididos em retângulos de mesma dimensão (Embrapa, 2005). No processo de geoprocessamento e tratamento de dados, foi feita a montagem do mosaico das imagens carregadas no software QGIS (3.16.11 Hannover), empregando as seguintes ferramentas: *r.fill.dir*, *r.watershed* e *r.water.outlet*.

A camada resultante da ferramenta *r.watershed* proporciona a direção da drenagem, a qual foi utilizada na ferramenta *r.water.outlet* para a delimitação da bacia. Para melhorar a precisão, foi utilizada a ferramenta *r.stream.extract*, que gera a drenagem em formato de arquivo shapefile. Com isso, na ferramenta *r.water.outlet*, selecionando o ponto de exutório referente ao rio Apiaí-Guaçu, foi gerado o limite da bacia. Em seguida, realizou-se a vetorização da bacia pela ferramenta de raster para vetor, obtendo a bacia delimitada conforme na Figura 1.

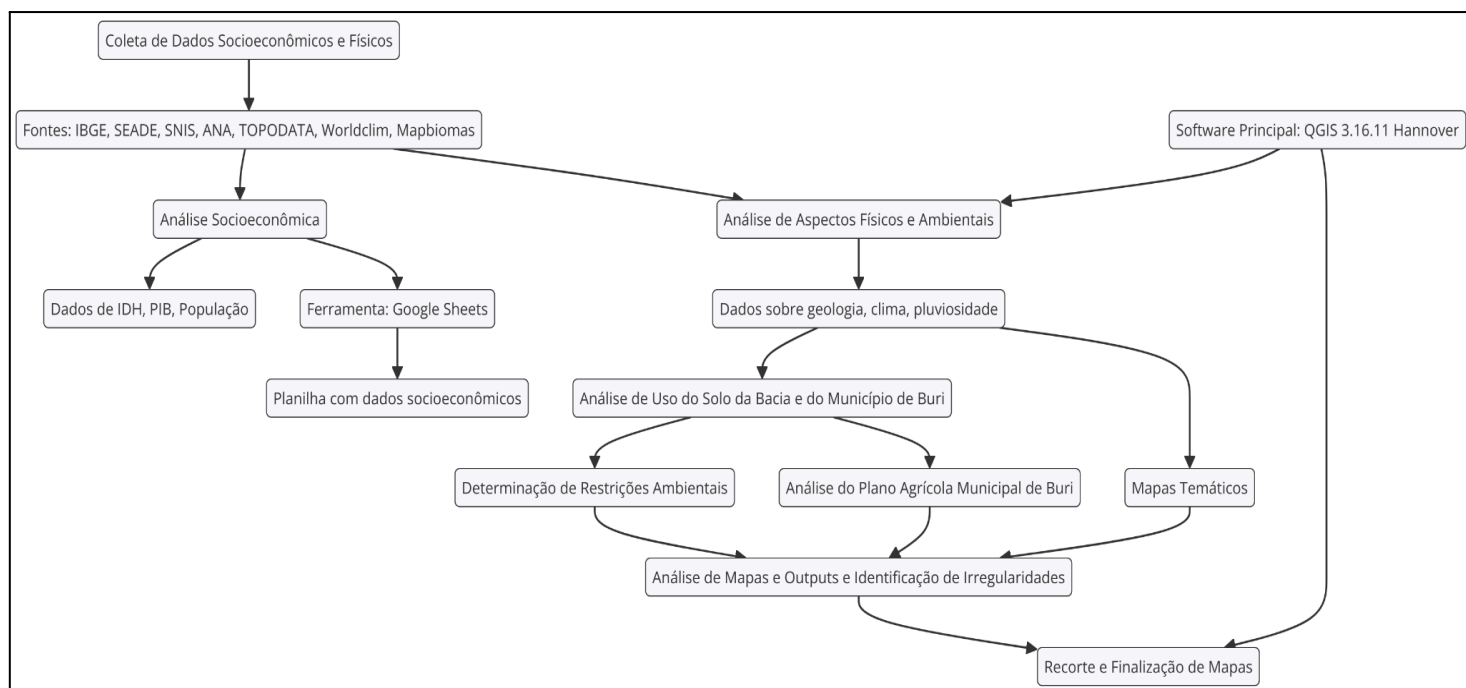
Figura 1 - Mapa da Bacia Hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu.



Fonte: AUTOR, 2024

A metodologia adotada neste trabalho seguiu uma linha de raciocínio estruturada em etapas sequenciais, iniciando pela coleta de dados, seguida da compilação e do tratamento dessas informações por meio de técnicas de geoprocessamento, culminando na análise dos resultados obtidos. Esse processo possibilitou a organização e interpretação dos dados de forma sistemática, garantindo maior precisão nas conclusões. A Figura 2 apresenta um fluxograma que ilustra a metodologia adotada, descrevendo de maneira visual e sequencial as etapas realizadas na pesquisa, desde a coleta de dados sobre a bacia hidrográfica e o município de Buri até a análise dos aspectos socioeconômicos, físico-bióticos e uso e cobertura do solo, com o posterior processamento das informações por meio de geoprocessamento.

Figura 2 - Fluxograma da metodologia do trabalho.



Fonte: AUTOR, 2024

4.2 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

Para a caracterização socioeconômica dos municípios que compõem a sub-bacia do rio Apiaí-Guaçu, foram coletados dados relevantes nos sites do IBGE, SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados) e SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento). Esses dados incluem índices de interesse como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o percentual de tratamento de água e esgoto, a densidade demográfica e o Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios, além da média desses indicadores para o estado de São Paulo.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS, BIÓTICOS, CLIMÁTICO E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APIAÍ-GUAÇU

4.3.1 Morfometria da Bacia

Para a morfometria da bacia, foram observados parâmetros relacionados à sua forma, relevo e drenagem, com base na delimitação feita da bacia hidrográfica. A partir dessa delimitação, foi possível calcular diversos índices morfométricos, como a área total (A), o perímetro total (P), o comprimento axial da bacia (La), o coeficiente de compacidade (Kc), o fator de forma (Kf) e o índice de circularidade (IC) pela

calculadora de campo. Cardoso *et al.* (2006), apresentam as fórmulas para alguns desses índices de forma e drenagem calculados:

Tabela 1 - Classificação de Declividade Embrapa - 1979.

Índice	Fórmula
Coefficiente de Compacidade (Kc)	$0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$
Fator de Forma (Kf)	$\frac{A}{L^2}$
Índice de Circularidade (IC)	$\frac{12,57 * A}{P^2}$
Densidade de Drenagem (Dd)	$\frac{Lt}{A}$

Fonte: AUTOR, 2024

Os parâmetros relacionados ao relevo, como a altitude mínima, média e máxima da bacia, além da declividade mínima, média e máxima e a amplitude altimétrica, também foram analisados, obtidos com base no mapa de declividade e elevação gerados para a bacia. Para a drenagem da bacia, consideraram-se o comprimento do rio principal (L), o comprimento total dos cursos d'água (Ltot), a densidade de drenagem (Dd) e a contagem dos cursos d'água (Nt). Os demais índices morfométricos foram extraídos a partir de fórmulas geométricas disponíveis na calculadora de campo.

4.3.2 Declividade e Elevação da Bacia

Para determinar os aspectos de declividade, foram utilizados arquivos do sistema de dados disponível no site TOPODATA por meio do mapa índice de escala 1:250000 criado por (KANEGAE, 2011), onde foi feita a seleção das matrizes “23S495” e “24S495” que comportam a área de estudo e realizado o download do arquivo contendo informações de altitude. Para o tratamento dos dados foi primeiramente realizada a junção dos mapas de altitude por meio da ferramenta de mesclar imagens raster. A ferramenta de análise de declive foi utilizada, ajustando os parâmetros para expressar a declividade em porcentagem. Para assegurar a conformidade com os padrões da EMBRAPA, foi utilizada a ferramenta "reclassificar por tabela", seguindo a classificação estabelecida pela EMBRAPA na Tabela 2 agrupando as classes (Tabela 3) de forma que seja possível quantificar/dimensionar as áreas de ocorrência de cada classe de declividade.

Tabela 2 - Classificação de Declividade Embrapa - 1979.

Classes de Declividade	Limites Percentuais (%)
Plano	0-3
Suave Ondulado	3-8
Ondulado	8-20
Forte – ondulado	20-45
Montanhoso	45-75
Escarpado	> 75

Fonte: EMBRAPA, 1979

Tabela 3 - Classificação das classes com base nos limites percentuais EMBRAPA.

Limites Percentuais (%)	Classes
0-3	1
3-8	2
8-20	3
20-45	4
45-75	5
> 75	6

Fonte: AUTOR, 2024

Em seguida, procedeu-se o recorte utilizando a camada de máscara correspondente aos limites da sub-bacia, restringindo as análises à área de interesse dentro da bacia. O ajuste final foi realizado na simbologia onde foi alterada a cor seguindo o padrão da EMBRAPA na tabela 2. Para a elevação, foram reutilizados os dados brutos para a classificação da declividade, onde para o tratamento dos dados, foi feita uma mudança na simbologia, na qual a elevação passou a ser representada de forma gradual permitindo uma melhor visualização.

4.3.3 Geomorfologia

Já quanto à geomorfologia da bacia, foi empregado o mapa de escala 1:250.000 fornecido e de autoria do próprio IBGE (2023), que apresenta a geomorfologia do Brasil. No tratamento dos dados, foi carregada a camada shapefile no QGIS referente à geomorfologia e à bacia vetorizada, recortando-as pelo limite da bacia. Uma vez que a representação da geomorfologia foi realizada por polígonos, de valor igual de compartimentos do relevo, foi utilizada a função do programa QGIS “dissolver polígonos”, assim gerando polígonos com o campo de valor ‘compartimento’ iguais.

4.3.4 Tipo de Solo e Geologia

Para o estudo do solo foram utilizados dados do Instituto Florestal, órgão da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo do ano de 2017. São um conjunto de estudos compilados e disponibilizados pelo provedor DATAGEO, de autoria de (Rossi, 2017) e escala 1:250000, onde foi realizado o download das imagens do mapa pedológico do estado de São Paulo. A padronização das cores é disponibilizada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) e pode ser visualizada na biblioteca do IBGE no manual técnico de pedologia, 3ª edição (IBGE, 2015). As cores dos solos estão em valores decimal RGB, e por meio da simbologia foi possível alterá-las.

Para o estudo da composição geológica e dos recursos minerais da região da bacia foi feito o download de dados de escala 1:750000 da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) de Perrotta *et al.* (2006). Para o tratamento dos dados foi feito o recorte dos mapas de interesse pela camada vetorizada da delimitação da sub-bacia do rio Apiaí-Guaçu para uma melhor visualização do cenário de estudo.

4.3.5 Clima

Para a caracterização da temperatura na bacia, foi realizado o download de dados meteorológicos mensais de temperatura mínima e máxima de 1990 até 2019, com resolução espacial de 2,5 minutos, do site *WorldClim*. Os dados representam um arquivo por mês, totalizando 360 arquivos de temperatura mínima e 360 de temperatura máxima no período estudado. Eles foram separados por mês para simplificar o tratamento dos dados, onde cada mês possui 30 diferentes arquivos referentes ao ano de obtenção dos mesmos.

Utilizando a ferramenta do QGIS de construção de raster virtual, com a opção de “separar bandas para o *output*” foi possível expressar os mínimos e máximos de temperatura por mês ao longo do período da amostragem. Como os arquivos possuem valores de dados em todo o planeta, foi necessário fazer o recorte por meio da camada vetorial máscara, referente ao limite da bacia hidrográfica. Com isso, foi feita a extração de temperatura mínima e máxima para os meses, exportando os mesmos para o Excel para geração de gráficos de Temperatura máxima mensal e Temperatura mínima mensal. Além disso, foi calculada e exposta junto aos gráficos a Temperatura média mensal, por meio da média aritmética da soma da Temperatura máxima e Temperatura mínima dos meses.

4.3.6 Pluviosidade

Para a caracterização da pluviosidade na bacia hidrográfica, foi adotado o mesmo processo de obtenção e tratamento dos dados descrito para a temperatura. Para a captação dos dados dentro da bacia, foram utilizados os pontos das estações pluviométricas como referência. As coordenadas das estações são disponibilizadas pelo Portal HidroWeb, que é uma ferramenta do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2024). Os dados de pluviometria foram coletados a partir de informações de precipitação disponibilizadas pelo site *WorldClim*, com resolução espacial de 2,5 minutos, e compilados no QGIS. Posteriormente, foram exportados para uma planilha no formato CSV, permitindo o estabelecimento do ano hidrológico ao agrupar os dados por meses, para o período de 1990 a 2019, referente às estações pluviométricas. Além disso, foi gerado o mapa da precipitação média acumulada anual com a mesma resolução espacial de 2,5 minutos.

Como os dados de precipitação acumulada foram captados de pontos no espaço referentes às coordenadas das estações pluviométricas, foi necessário realizar a interpolação com a ferramenta de interpolação IDW (Ponderação pelo Inverso da Distância) para a abrangência de toda a bacia hidrográfica.

Para uma melhor compreensão dos dados, realizou-se a reclassificação dos valores de precipitação pela ferramenta *r.reclass*, onde foram atribuídas classes de 1 a 6 para intervalos de precipitação. A classe 1 representa o intervalo de menor precipitação média acumulada, enquanto a classe 6 representa o intervalo de maior precipitação média acumulada, de acordo com a Tabela 4.

Em seguida, a simbologia foi ajustada para um gradiente de cores azul, onde a cor mais clara representa a menor precipitação e a cor mais escura representa a maior precipitação.

Tabela 4 - Reclassificação por classes.

Precipitação mínima (mm)	Precipitação máxima (mm)	Classes
1150	1200	1
1201	1250	2
1251	1300	3
1301	1350	4
1351	1400	5
1401	1450	6

Fonte: AUTOR, 2024

4.3.7 Disponibilidade e Demanda Hídrica

4.3.7.1 Disponibilidade Hídrica

Para realizar o estudo da disponibilidade hídrica na bacia do rio Apiaí-Guaçu, foi realizado o download dos dados shapefile da disponibilidade hídrica superficial “BHO 2017 5K”, um estudo conduzido pela ANA (2017), e disponível no catálogo de metadados da mesma. No arquivo vetorial, cada feição representa um trecho do rio com sua respectiva disponibilidade de drenagem.

Para o tratamento dos dados, foram carregadas no software QGIS as camadas vetoriais referentes à disponibilidade hídrica, à delimitação da bacia hidrográfica e aos limites dos municípios que compõem a bacia. Utilizando a ferramenta de recorte pela camada de máscara, foi possível obter os dados de disponibilidade hídrica na bacia e em seus municípios. Para a classificação, foi utilizada a categorização dos valores da vazão Q95 por meio de cores.

4.3.7.2 Demanda Hídrica

Para conduzir o estudo da demanda hídrica na bacia hidrográfica, foi realizado o download do arquivo de tabela da demanda hídrica por município de 1931 a 2030, proveniente do estudo de usos consuntivos de água no Brasil (1931-2040), fornecido pela ANA e disponível em seu catálogo de metadados. Os dados desta tabela são apresentados em vazões (m^3/s) e consistem essencialmente em estimativas baseadas no censo dos diferentes setores de abastecimento, não levando em conta a evaporação líquida dos reservatórios (ANA, 2022).

Para o tratamento dos dados, foi realizada uma filtragem para selecionar apenas as vazões dos municípios que compõem a bacia do Rio Apiaí-Guaçu. Para análises posteriores, foram elaborados gráficos representando a vazão total nos municípios selecionados para os anos de 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 e 2024, bem como a vazão média dos municípios desde 1950 até 2024 para os diferentes setores de abastecimento. A escolha do método de construção do gráfico na primeira metodologia busca identificar uma curva de demanda com intervalos de mesma duração. O início da análise é em 1950, uma vez que 1931 possui banco de dados rasos de alguns municípios.

4.3.8 Outorga e Conflitos da Água

4.3.8.1 Outorgas Realizadas e Finalidade por Setores

Para o estudo das outorgas, foi necessário baixar dados de planilhas referente às outorgas, um conjunto de dados disponibilizados pelo SOE-DAEE (2024). Para o estudo da finalidade principal para o qual as outorgas são realizadas, foi necessário classificar o mapa das outorgas, onde, na opção de simbologia, a classificação se deu de acordo com os setores estudados pela SOE-DAEE (2024).

4.3.8.2 Pivôs Centrais e Área Irrigada

Para o estudo dos pivôs, foi utilizado o estudo "Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil" (ANA, 2023), disponível no catálogo de dados da mesma, que traz os dados do mapeamento do número de pivôs centrais, bem como a área de irrigação por esse equipamento. Primeiramente, foram realizados os downloads da planilha contendo a área mapeada por municípios de 1985 a 2022 e o arquivo shapefile com os polígonos referentes aos pivôs centrais. Para o tratamento dos dados, foram adicionadas as camadas contendo os pivôs centrais e a bacia vetorizada no software QGIS. Com a função de recortar a camada pela camada de máscara, foi possível obter os pivôs e as áreas irrigadas na bacia. A obtenção de dados foi feita pela ferramenta de estatística, sendo possível extrair a área em hectares.

4.3.9 Suscetibilidade de Erosão do Solo

Para o estudo da suscetibilidade de erosão do solo na bacia, o Instituto de Pesquisas Ambientais, juntamente com a Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL, 2022), disponibilizou um acervo que contém o estudo do solo do estado de autoria de (Rossi; Nalon; Kanashiro, 2022), o qual denota a potencialidade de suscetibilidade erosiva hídrica do solo. O download dos arquivos para o estudo foi realizado pelo site da SEMIL, porém o mapa de escala 1:250000 foi disponibilizado no portal do DATAGEO. Para o tratamento dos dados, foi utilizado o software QGIS, recortando os dados obtidos pela camada de máscara vetorizada com a delimitação da bacia hidrográfica do rio Apiaí-Guaçu.

4.3.10 Mapa de Uso e Cobertura do Solo

Para o estudo e análise do uso e cobertura do solo em um período histórico comparativo, desde o cenário mais antigo disponível no banco de dados até o mais atual

no site MapBiomias, o download dos dados brutos pode ser feito no site Earth Engine por meio do Mapbiomas User Toolkit. Dentro do sistema do site, é possível selecionar os mapas do MapBiomias (2023), bem como a coleção mais recente disponível de resolução espacial de 30 metros, no caso a 8.0, referente ao uso do solo. As imagens que foram baixadas são referentes ao estado de São Paulo nos anos de 1985 e 2022.

Para a construção de um mapa com foco na bacia hidrográfica de estudo, os dados obtidos foram recortados pela ferramenta de recorte raster pela camada vetorizada de máscara, representando os limites da bacia. A categorização nível 1 do solo feita pelo MapBiomias permite compreender os diferentes usos do solo e identificar alterações nos usos ao longo do tempo.

Ela é dividida em 5 principais classes: 1. Floresta, 2. Formação Natural não Florestal, 3. Agropecuária, 4. Área não Vegetada, 5. Corpo D'água, para cada classe é atribuído um valor de pixel e uma cor com código hexadecimal, disponibilizado pela legenda da coleção 8.0.

4.3.11 Restrições Ambientais

As áreas com restrições ambientais são áreas de domínio público ou privado que estão sujeitas ao enquadramento de administração excepcional de proteção. Dentre as restrições estão as Unidades de Conservação e demais áreas de proteções estaduais ou federais. Foi carregada a camada shapefile no QGIS referente às unidades e áreas com essas restrições desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019) de escala 1:100000, disponibilizadas pelas bases de dados da ANA (2019), possibilitando identificar por meio da ferramenta de recorte pela camada de máscara as unidades no domínio da bacia.

4.4 ESTUDO DO CASO DO MUNICÍPIO DE BURI

4.4.1 Plano de Gestão Agrícola

Para o estudo do plano de gestão agrícola, foi feito contato com a Secretaria da Agricultura de Buri, onde foi possível obter uma cópia do plano elaborado em 2020. O estudo abordou a análise das principais ações e medidas presentes no Plano de Gestão Agrícola e comparou com o uso e ocupação do solo do município de Buri, investigando assim se as ações propostas no plano promovem as atividades agrícolas do município. Foi realizado um comparativo entre os padrões de uso do solo e as diretrizes e objetivos

estabelecidos no plano de gestão agrícola, identificando áreas de conformidade e possíveis conflitos.

4.4.2 Uso e Ocupação do Solo no Município

Para a classificação do uso e ocupação do solo, foram utilizadas imagens raster atuais do satélite CBERS 4A no QGIS, provenientes do dataset WPM Level4 DN, com resolução espacial de 2 metros. A partir dessas imagens, foi possível realizar a composição das bandas 1, 2, 3 e 4, gerando uma camada raster única. A banda pancromática (banda 0), com resolução de 2 metros, foi utilizada juntamente com a camada de composição 1, 2, 3 e 4 na ferramenta de pansharpening, com o objetivo de ajustar a resolução espacial da camada e melhorar a qualidade da imagem para a análise.

A partir de uma camada vetorial, foi possível aplicar técnicas de fotointerpretação para coletar amostras representativas de diferentes classes de uso do solo. Essas amostras foram classificadas em cinco categorias, conforme a classificação do MapBiomass (2023): : Classe 1 (Floresta), Classe 2 (Formação Vegetal não Florestal), Classe 3 (Agropecuária), Classe 4 (Área não Vegetada) e Classe 5 (Corpos d'Água).

Foram coletadas 50 amostras de cada classe, totalizando 250 amostras, visando assegurar a representatividade e a confiabilidade da classificação. Além disso, a distribuição espacial dessas amostras foi analisada para garantir representatividade em toda a área de estudo, reduzindo possíveis vieses na classificação e aumentando a precisão dos resultados. Após a inserção das amostras, foi utilizado o plugin Dzetsaka para combinar a camada raster de 2 metros com as amostras coletadas, aplicando o modelo probabilístico de Gaussian Mixture Model para realizar a classificação do uso do solo. Para a quantificação das classes de uso e ocupação do solo, foi utilizada a ferramenta *r.report* no QGIS. O mapa gerado, portanto, representa as classes de uso do solo no município de Buri, fornecendo uma visão detalhada da distribuição do uso e cobertura do solo na região.

4.4.3 Áreas de restrição ambiental no município

Para o estudo das áreas de restrições ambientais do município, foram carregados no QGIS o shapefile disponibilizado pelo estudo da disponibilidade hídrica pela ANA (2017) de escala 1:250000 e o arquivo shapefile da malha municipal do estado de São Paulo disponibilizado pelo IBGE (2022) de escala 1:250000. Para as unidades de

conservação, foi carregado o arquivo shapefile desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), e disponibilizado nas bases de dados da ANA (2019) de escala 1:100000.

Para a delimitação das áreas de APPs, foi realizado em primeiro caso a identificação da drenagem no município, onde, para isso, foram utilizados os dados de disponibilidades hídrica. Com isso, foi utilizado o que a Lei de n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como “código florestal”, diz a respeito da delimitação das áreas de preservação permanente no capítulo II seção I artigo 4º.

No software do QGIS por meio da relação entre o arquivo vetorial de drenagem da disponibilidade hídrica e o mapa Google Earth, foi realizada análise de fotointerpretação para estimativa da largura do curso d'água, as informações contidas no estudo de disponibilidade possibilitam separar os cursos d'água em duas classes, classes 1 dos rios principais com largura do rio maior que 10 metros e classes 2 as drenagens de pequenos córregos, ribeirões e rios com largura do rio menor de 10 metros.

Com isso, foi possível determinar a Área de Preservação Permanente (APP), delimitando as zonas de proteção ao redor dos cursos d'água de acordo com as classes estabelecidas e as regulamentações do Código Florestal. Para os rios principais, com margens superiores a 10 metros, foi determinada uma APP de 50 metros em cada margem. Para os pequenos córregos, ribeirões e rios com margens inferiores a 10 metros, a APP foi definida com uma largura de 30 metros em cada margem.

Além disso, segundo a LEI N° 12.651/2012, às áreas de encostas com declividade maior que 45 graus são identificadas como APPS (Brasil, 2012), portanto no software QGIS foi utilizado o MDE (Modelo Digital de Elevação), onde por meio da ferramenta declive, obteve a declividade em graus. Para a classificação de graus superiores a 45 graus foi realizada a reclassificação por tabela, ainda para o tratamento dos dados e para mensuração da área em metros quadrados foi feita a poligonização da camada raster.

4.4.4 Análise descritiva e comparativa

O mapa das áreas de restrições ambientais foi confrontado com o mapa do uso e ocupação do solo gerado. Pela ferramenta de interseção, foi possível realizar uma análise da situação atual. Onde por meio do resultado gerado, foram identificadas áreas de restrições que podem estar comprometidas. Com a ferramenta *r.report*, foi possível extrair e tratar os dados gerados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

A região sudoeste do estado de São Paulo, onde se encontra a Bacia do rio Apiaí-Guaçu, é formada por oito municípios. Essa área é fortemente caracterizada pela atividade agropecuária, com percentuais significativos entre as principais rendas em cada um dos municípios: Ribeirão Branco (63,56%), Guapiara (42,58%), Taquarivaí (33,47%), Buri (32,97%), Apiaí (28,9%), Itapeva (26,17%), Paranapanema (25,78%) e Capão Bonito (22,72%) (SEADE, 2021).

Esses números destacam a relevância da agropecuária na economia local. Com uma população total de 242.869 habitantes, a região possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita agregado de R\$ 308.830,67. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) médio da região é de 0,693, o que a coloca em um patamar de desenvolvimento humano médio. Assim, a Tabela 5 mostra a caracterização socioeconômica de todos os municípios que compõem a bacia.

Tabela 5 - Dados socioeconômicos da Sub-Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.

	Área (km ²)	Habitantes	Densidade Demográfica (hab/km ²)	PIB R\$ (2021)	IDHM (2010)
Apiaí	974,32	24.585	25,23	37.278,88	0,71
Buri	1.196,46	20.250	16,92	34.121,21	0,667
Capão Bonito	1.640,23	46.337	28,25	26.945,89	0,721
Guapiara	408,29	17.071	41,81	25.989,08	0,675
Itapeva	1.826,26	89.728	49,13	39.783,21	0,732
Paranapanema	1.018,72	19.395	19,04	45.907,58	0,717
Ribeirão Branco	697,5	18.627	26,71	37.255,94	0,639
Taquarivaí	231,79	6.876	29,66	61.548,88	0,679

Fonte: AUTOR, 2024

Observando a Tabela 5, podemos afirmar que Itapeva se destaca como o município mais extenso da região, com 1.826,26 km², além de possuir a maior população, com 89.728 habitantes, e a maior densidade demográfica, de 49,13 hab/km². O município também apresenta o maior Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM), com um valor de 0,732, o que reflete condições superiores em saúde, educação e renda. Esses fatores indicam que Itapeva não apenas tem uma base populacional robusta, mas também um ambiente propício para o desenvolvimento social e econômico.

Taquarivaí se caracteriza pela menor área da região, com apenas 231,79 km², e pela menor população, que totaliza apenas 6.876 habitantes. Esses fatores podem sugerir limitações em termos de crescimento econômico e de oferta de serviços. No entanto, o município apresentou o maior PIB per capita da bacia, de R\$ 61.548,88. Essa performance econômica é dividida entre diversos setores: 52,5% do PIB provém de serviços, 33,5% é originado da agropecuária, indicando uma base agrícola considerável. Os impostos líquidos de subsídios representam 9,4%, enquanto a indústria contribui com 4,6% do PIB.

Outros destaques incluem Buri, com menor densidade demográfica, 16,92 hab/km², Guapiara possui o menor PIB per capita, R\$ 25.989,08 e Ribeirão Branco, com um IDHM de 0,639, sendo município com o menor índice da bacia.

Com relação à Tabela 6, que aborda os índices de Atendimento e Tratamento de Água e Esgoto, é possível observar que todos os municípios, exceto Paranapanema, apresentam 100% de cobertura no atendimento urbano de água. Em termos de atendimento de esgoto, Buri (96,01%), Capão Bonito (95,41%), Ribeirão Branco (94,47%) e Itapeva (92,41%) destacam-se com altos índices. No entanto, Apiaí (67,85%) e Paranapanema (74,11%) não alcançaram a marca de 80%.

Quanto ao tratamento de esgoto, Capão Bonito (92,37%), Buri (87,36%), Paranapanema (82,27%) e Itapeva (80,1%) são exemplos positivos, apresentando mais de 80% de esgoto tratado em relação à água consumida. Por outro lado, Guapiara (50,46%), Ribeirão Branco (59,18%), Taquarivaí (61,01%) e Apiaí (64,95%) ficam abaixo de 65%.

Tabela 6 - Índices de Atendimento e Tratamento de Água e Esgoto nos Municípios da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.

	Índice de atendimento urbano de água (%)	Índice de atendimento urbano de esgoto (referido aos municípios atendidos com água) (%)	Índice de esgoto tratado (referido à água consumida) (%)
Apiaí	100	67,85	64,95
Buri	100	96,01	87,36
Capão Bonito	100	95,41	92,37
Guapiara	100	81,66	50,46
Itapeva	100	92,41	80,1
Paranapanema	85,9	74,11	82,27
Ribeirão Branco	100	94,47	59,18
Taquarivaí	100	86,21	61,01

Fonte: AUTOR, 2024

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS, BIÓTICOS, CLIMÁTICOS E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.2.1 Morfometria da Bacia

A Tabela 7 apresenta as principais características morfométricas da bacia hidrográfica, que tem uma área total de 2.835,95 km² e um perímetro de 463,27 km. O comprimento axial da bacia, que representa a maior distância linear, é de 155,99 km, enquanto a amplitude altimétrica é de 587,92 metros.

O coeficiente de compacidade (Kc) de 2,4358, o fator de forma (Kf) de 0,1165 e o índice de circularidade (IC) de 0,1661 indicam que a bacia possui um formato alongado, caracterizado por ser menos circular e mais comprido. O relevo da bacia apresenta variações significativas, refletindo a diversidade topográfica da região, resultando em uma amplitude altimétrica de 587,92 metros. A declividade média de 13,86% sugere que a maior parte da bacia possui um relevo moderadamente inclinado, o que influencia diretamente a velocidade do escoamento e a distribuição da água na área. A drenagem da bacia é caracterizada por uma rede densa de cursos d'água, o que facilita o escoamento, mas também impõe desafios na gestão dos recursos hídricos e no controle de enchentes.

Tabela 7 - Parâmetros Morfométricos da Bacia Hidrográfica.

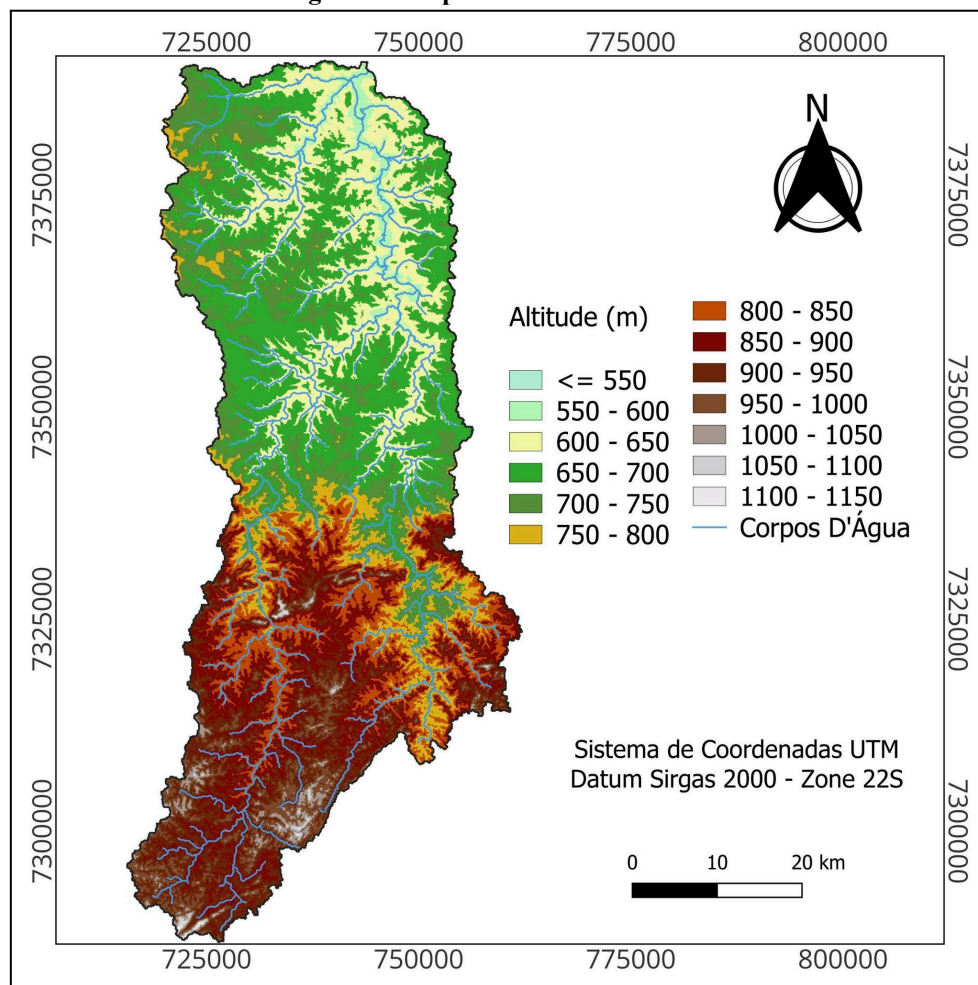
Forma da bacia	Área total (A)	2.835,95 km ²
	Perímetro total (P)	463,27 km
	Comprimento axial da bacia (La)	155,99 km
	Coefficiente de compactidade (Kc)	2,4358
	Fator de forma (Kf)	0,1165
	Índice de circularidade (IC)	0,1661
Relevo da bacia	Altitude mínima da bacia	570,81 m
	Altitude média da bacia	762,38 m
	Altitude máxima da bacia	1.158,74 m
	Declividade mínima	0 %
	Declividade média	13,86 %
	Declividade máxima	131,84 %
	Amplitude altimétrica da bacia	587,92 m
Drenagem da bacia	Comprimento do rio principal (L)	230,46 km
	Comprimento total dos cursos d'água (L _{tot})	5.980,72 km
	Densidade de Drenagem (Dd)	2,11 km.km ⁻²
	Contagem dos cursos (Nt)	12291

Fonte: AUTOR, 2024

5.2.2 Declividade e Elevação da Bacia

As altitudes na bacia variam consideravelmente, com pontos que superam os 1150 metros e um mínimo de 572 metros. Essa diferença altitudinal cria uma diversidade ambiental, onde as áreas mais elevadas apresentam características distintas em relação às partes mais baixas (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de Altitude da Bacia.



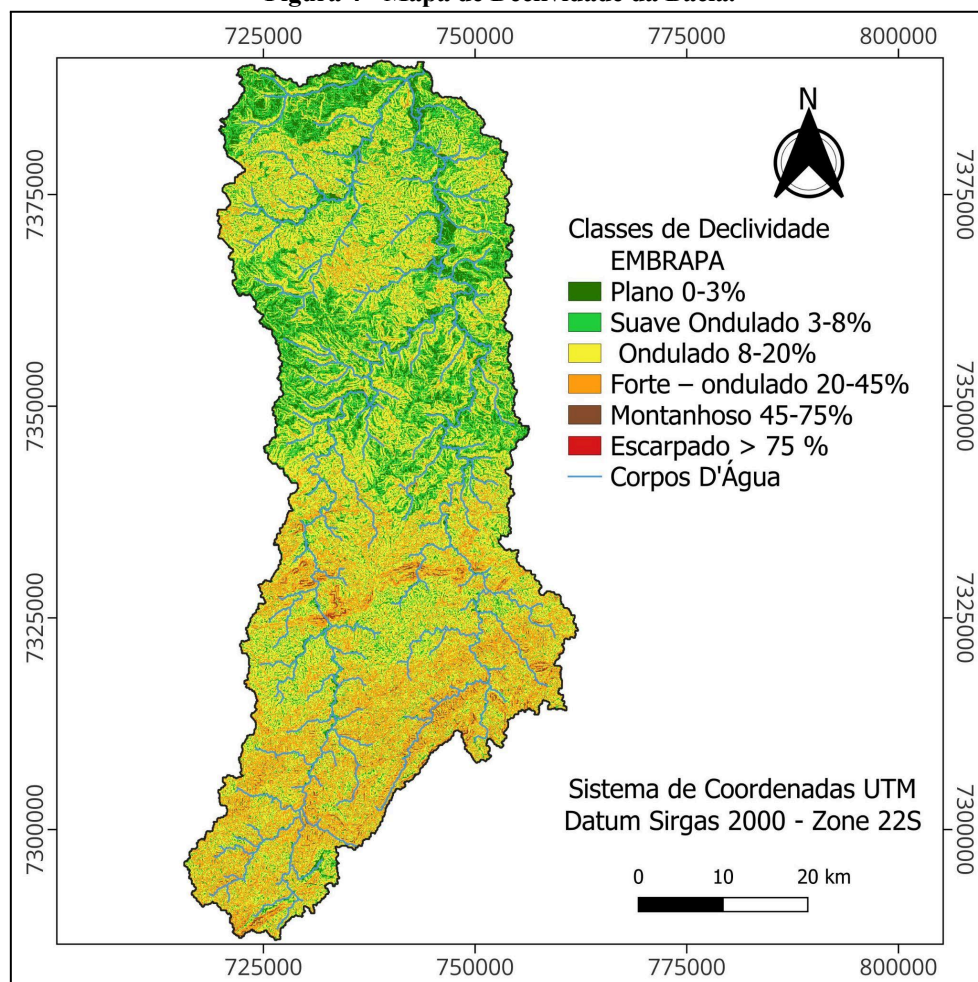
Fonte: AUTOR, 2024

A declividade da bacia hidrográfica é um fator crucial para o comportamento do escoamento da água, influenciando diretamente a velocidade desse escoamento, o processo de erosão do solo e a formação de cursos d'água. A maior parte da bacia (43,73%) apresenta relevo ondulado, com declividades que variam entre 8% e 20% (Figura 4). Essas inclinações acentuadas favorecem o escoamento rápido da água, intensificando a erosão do solo e contribuindo para a dinâmica dos cursos d'água.

Além das áreas com relevo ondulado, a bacia também possui regiões com declividade plana, que representam 9,75% de sua área total. Essas áreas, com inclinações de 0% a 3%, localizam-se nas margens do principal curso de água, e atuam como zonas de sedimentação e armazenamento de água. Esse tipo de relevo favorece a formação de habitats ricos em biodiversidade e proporciona condições adequadas para atividades agrícolas e outras intervenções humanas. A declividade escarpada está concentrada em uma área muito pequena, de apenas 0,04%, localizada em um dos picos mais elevados da bacia.

Em relação às outras declividades da bacia, a área de suave ondulado, com declividade entre 3% e 8%, ocupa 25,89% da bacia. A declividade forte ondulada, com variação entre 20% e 45%, está presente em 19,43% da bacia. Por fim, a área montanhosa, com declividade variando entre 45% e 75%, corresponde a aproximadamente 1,16% da bacia.

Figura 4 - Mapa de Declividade da Bacia.



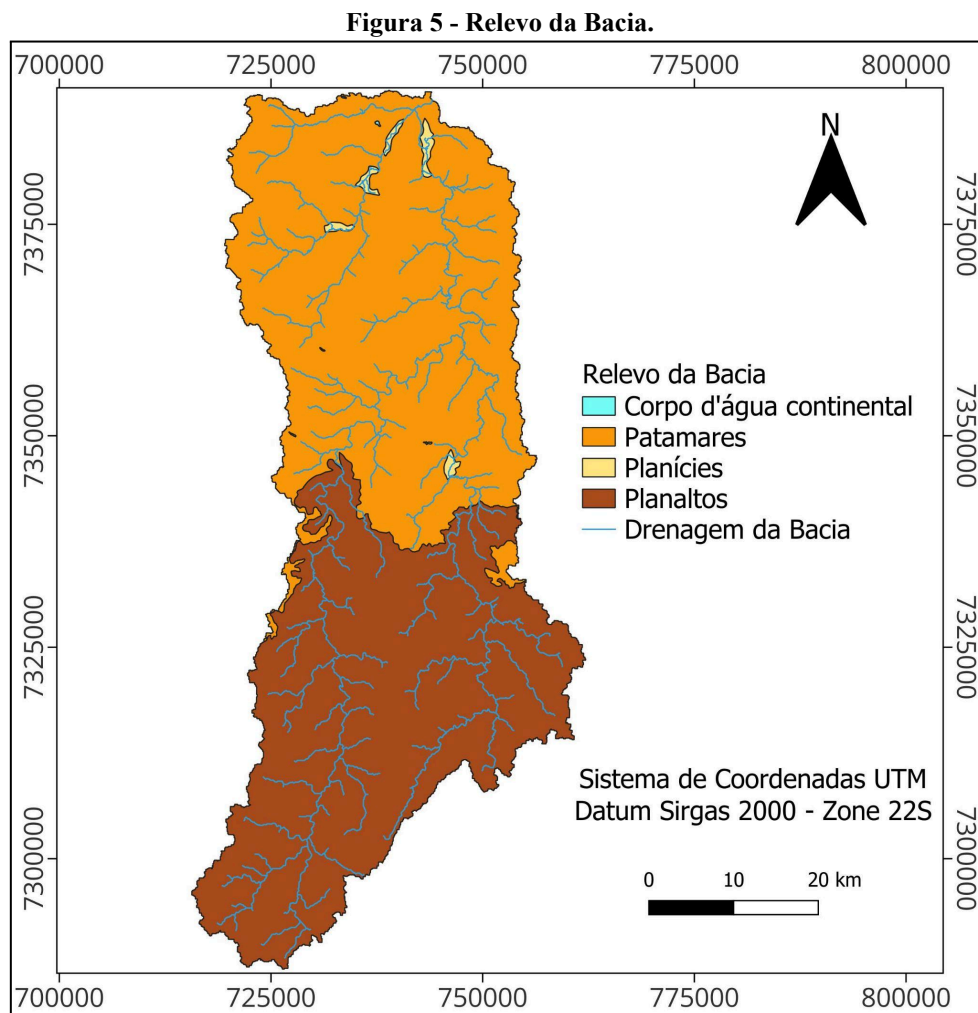
Fonte: AUTOR, 2024

5.2.3 Geomorfologia

A bacia é essencialmente dividida em duas regiões distintas na horizontal: a parte sul, onde as elevações são mais pronunciadas, é caracterizada por planaltos, enquanto a parte norte, com elevações mais baixas, apresenta um relevo composto por patamares (Figura 5). Na porção sul da bacia, os planaltos se destacam por sua elevação e inclinação, criando uma paisagem acidentada que facilita o escoamento rápido das águas. Na parte norte, os patamares apresentam uma morfologia mais suave, com elevações mais baixas que favorecem a formação de áreas de sedimentação. Esses locais

são fundamentais para a conservação da água, pois a drenagem dos rios tende a ser mais lenta, permitindo a infiltração e a retenção de umidade no solo.

Além disso, a bacia conta com poucas áreas de planícies, localizadas principalmente em algumas regiões da drenagem dos rios.

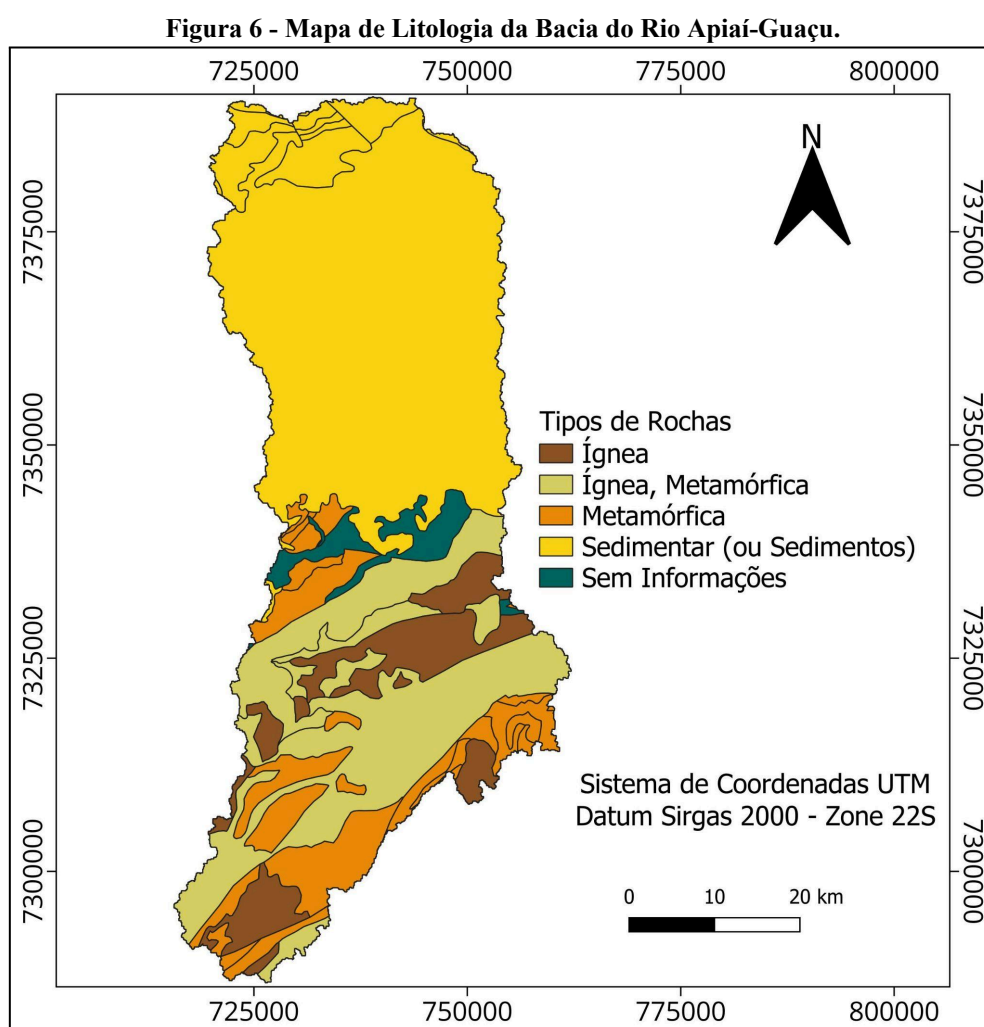


Fonte: AUTOR, 2024

5.2.4 Tipo de Solo e Geologia

A bacia em questão apresenta uma interessante diversidade geológica que pode ser analisada a partir da sua divisão em duas regiões: norte e sul (Figura 6). Na metade norte da bacia, predomina a presença de rochas sedimentares. Esse tipo de rocha é formado pela compactação e cimentação de sedimentos, que podem incluir areia, silte e argila, oriundos de processos de erosão e deposição. A abundância de rochas sedimentares nesta região pode indicar um ambiente de deposição mais calmo, possivelmente associado a leitos de rios ou lagos, que contribuíram para a acumulação de sedimentos ao longo do tempo.

Em contraste, a região sul da bacia exibe uma maior diversidade geológica, com a presença de rochas ígneas e metamórficas. As rochas ígneas, formadas pelo resfriamento e solidificação do magma, podem incluir por exemplo granitos e basaltos, enquanto as rochas metamórficas, gnaisses e quartzitos, sendo essas o resultado de transformações das rochas preexistentes devido a pressão e temperatura elevadas. Além disso, a área de transição entre as rochas ígneas e as rochas metamórficas indica um ambiente dinâmico, onde os processos geológicos estão em constante interação. Os dados da CPRM, dos autores Perrotta *et al.* (2006), revelam que há uma área na bacia que carece de informações geológicas e portanto não possui classificação, sendo uma região que necessita de novas pesquisas geológicas.



Fonte: AUTOR, 2024

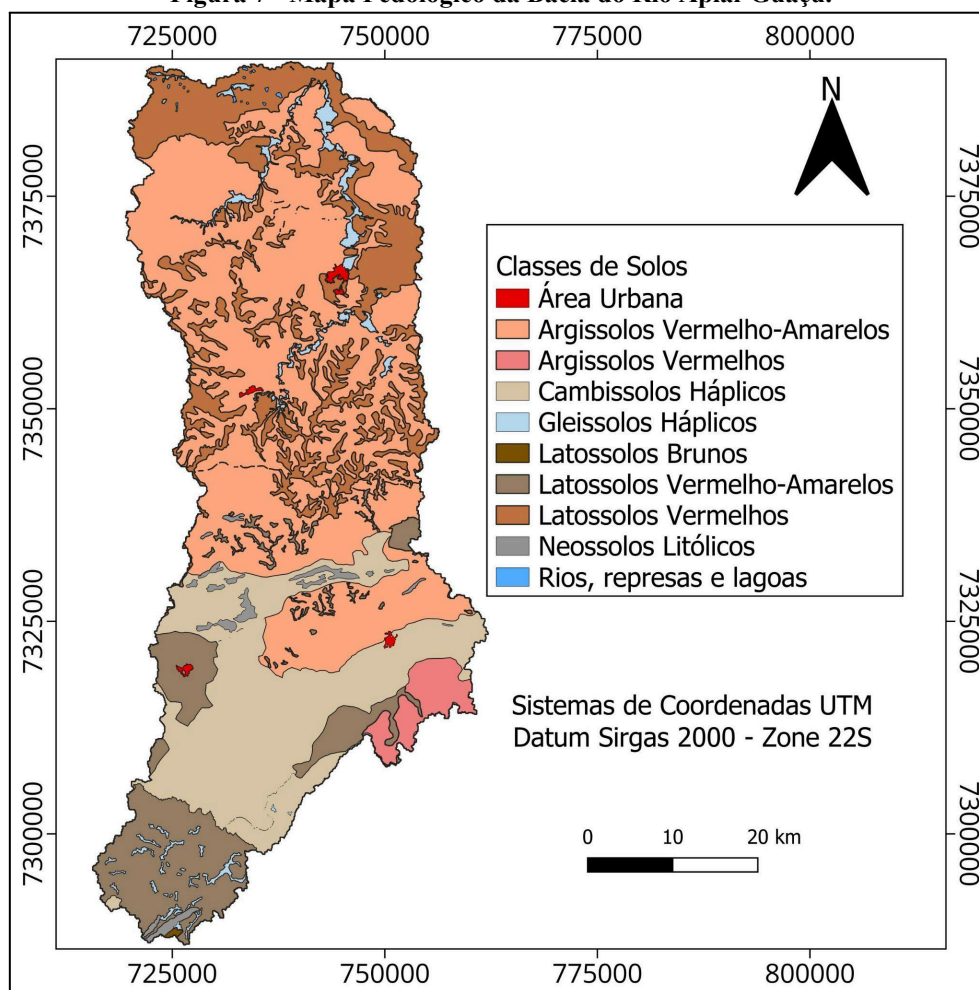
A bacia é composta por uma diversidade de solos, que se distribuem da seguinte forma: Argissolos ocupam 47,83% da área, Cambissolos representam 19,70%, Latossolos correspondem a 28,89%, Gleissolos ocupam 2,22%, e Neossolos são

responsáveis por 1,03% da bacia. Além disso, as áreas de Rios e Represas representam 0,04%, e a Área Urbana ocupa 0,28%.

Na quase totalidade da porção norte da bacia, os argissolos vermelhos e amarelos são predominantes (Figura 7). Esses solos são conhecidos por sua argila rica em nutrientes, o que os torna altamente férteis e adequados para a agricultura (EMBRAPA, 2018). Os cambissolos háplicos, que também estão presentes na bacia, são solos jovens que se formaram a partir de materiais parentais variados. Esses solos são frequentemente encontrados em regiões em processo de formação ou em áreas onde a erosão tem sido significativa. Os latossolos vermelho-amarelos e latossolos vermelhos também ocupam porções significativas da bacia. Esses solos são típicos de climas tropicais e subtropicais, caracterizados por uma intensa lixiviação e baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2018).

Em menores porções da bacia, encontramos gleissolos e neossolos. Os gleissolos são frequentemente associados a áreas de inundação ou várzeas, onde a drenagem é limitada, resultando em solos saturados de água (EMBRAPA, 2018). Por outro lado, os neossolos, que são solos jovens e pouco desenvolvidos, podem ser encontrados em áreas recém-expostas, como encostas ou regiões com atividade geológica recente.

Figura 7 - Mapa Pedológico da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.



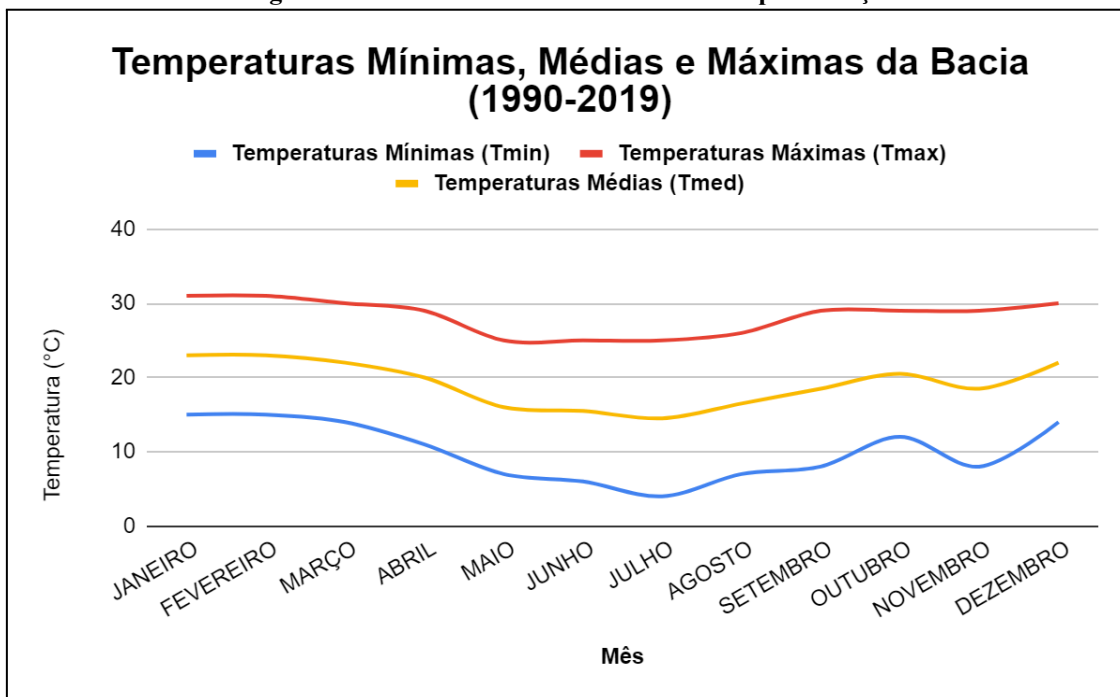
Fonte: AUTOR, 2024

5.2.5 Clima

O clima da bacia do Rio Apiaí-Guaçu apresenta uma divisão conforme a classificação de Köppen, sendo caracterizado pelos tipos Cfa e Cfb (ALVARES *et al*, 2013). Essa diferenciação climática reflete as variações de temperatura e precipitação que ocorrem ao longo da bacia, influenciando não apenas o ambiente natural, mas também as atividades humanas e a agricultura.

A média da temperatura máxima anual na bacia é de 28°C, enquanto a média da temperatura mínima é de 10°C. Entre 1990 e 2019, as temperaturas mais elevadas foram registradas em janeiro e fevereiro, atingindo até 31°C. Por outro lado, os meses mais frios são julho e agosto, com mínimas que chegam a 4°C e 6°C, respectivamente.

Figura 8 - Perfil Climático da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.

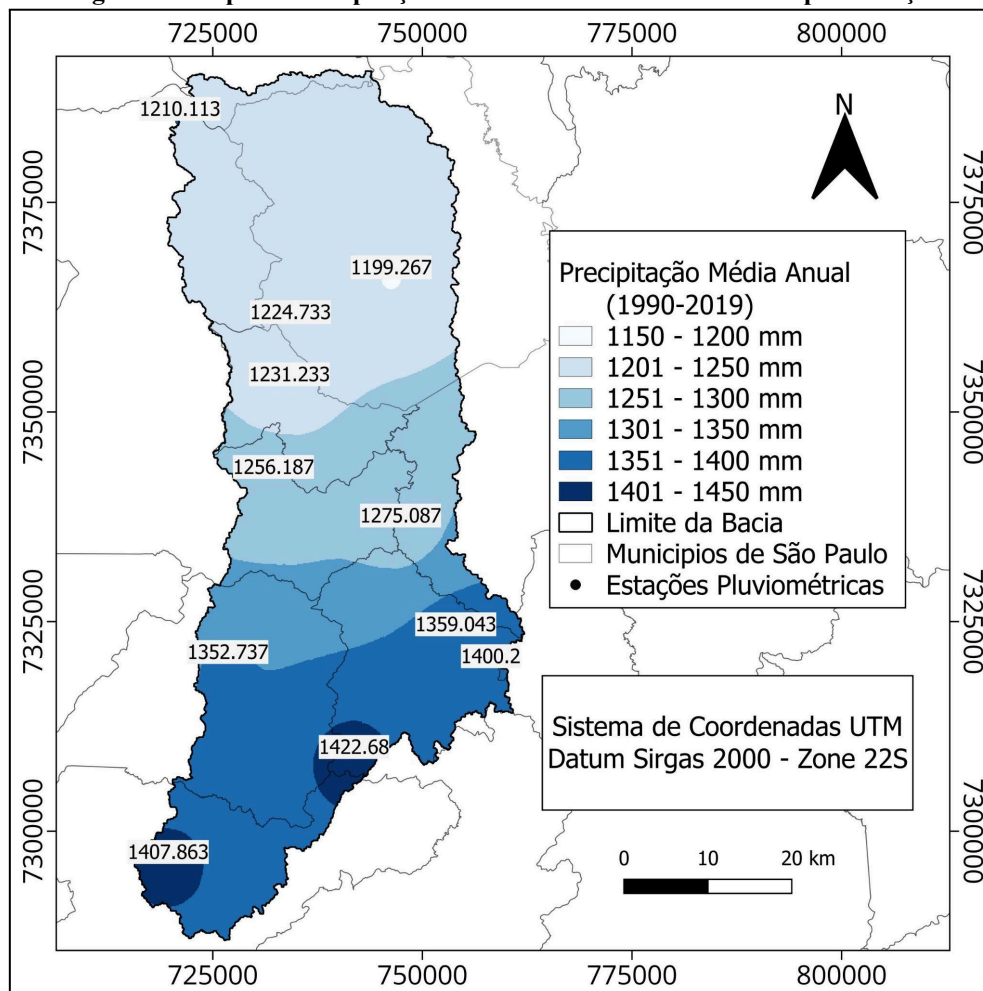


Fonte: AUTOR, 2024

5.2.6 Pluviosidade

A bacia em questão apresenta uma pluviosidade média anual que varia entre 1150 mm e quase 1450 mm, revelando um padrão bem definido na distribuição das chuvas. Ao analisar o mapa da região, observa-se que as áreas mais ao norte têm índices de pluviosidade mais baixos, enquanto as regiões ao sul registram valores superiores (Figura 9). Essa variação é acompanhada pela classificação climática de Köppen, que distingue os tipos de clima na bacia: as zonas mais ao norte são classificadas como Cfa, caracterizadas por um clima subtropical, úmido e com verões quentes. Em contrapartida, as áreas ao sul apresentam a classificação Cfb, indicando um clima temperado, com verões mais amenos e uma umidade elevada.

Figura 9 - Mapa de Precipitação Média Anual na Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.

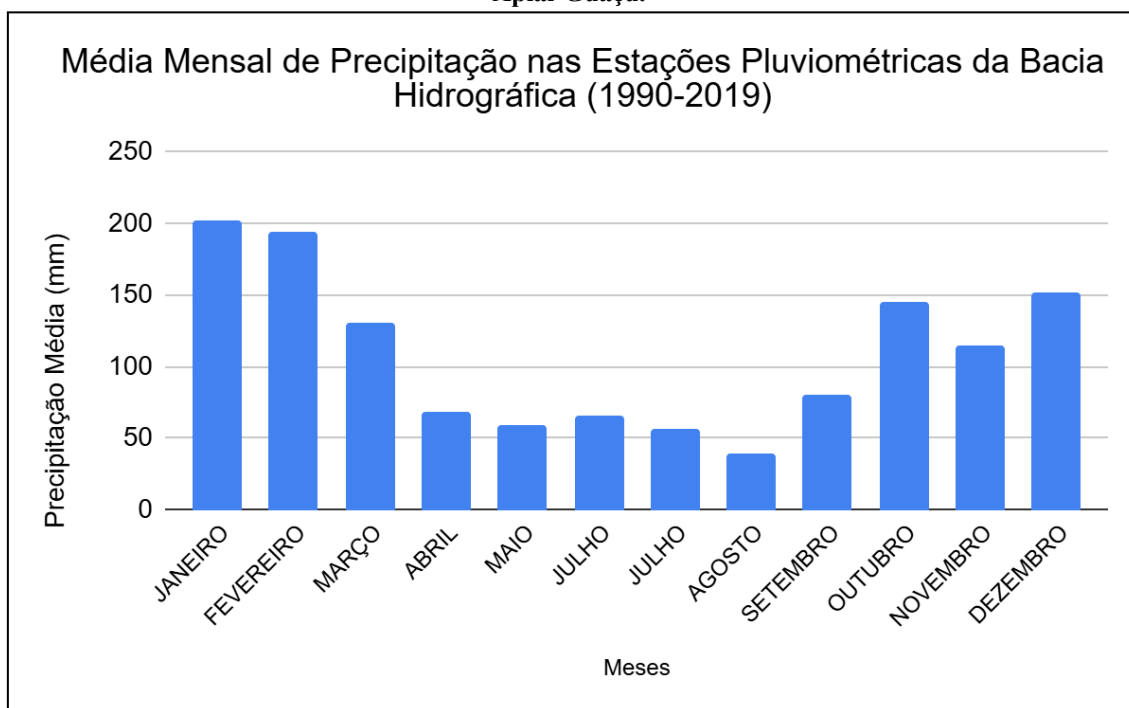


Fonte: AUTOR, 2024

Os dados referentes ao ano hidrológico de 1990 a 2019 mostram a precipitação média mensal nas estações pluviométricas distribuídas ao longo da bacia. Os resultados indicam que os meses de janeiro e fevereiro são os mais chuvosos, com precipitação média mensal superior a 150 mm (Figura 10). Em janeiro, esse valor chega a ultrapassar os 200 mm, refletindo um período de intensa atividade de chuvas.

Por outro lado, os meses menos chuvosos da bacia são julho e agosto, com agosto apresentando valores que não chegam a 50 mm. Essa clara sazonalidade na precipitação pode ter importantes implicações para a gestão dos recursos hídricos, a agricultura e a biodiversidade local.

Figura 10 - Média Mensal de Precipitação nas Estações Pluviométricas da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.



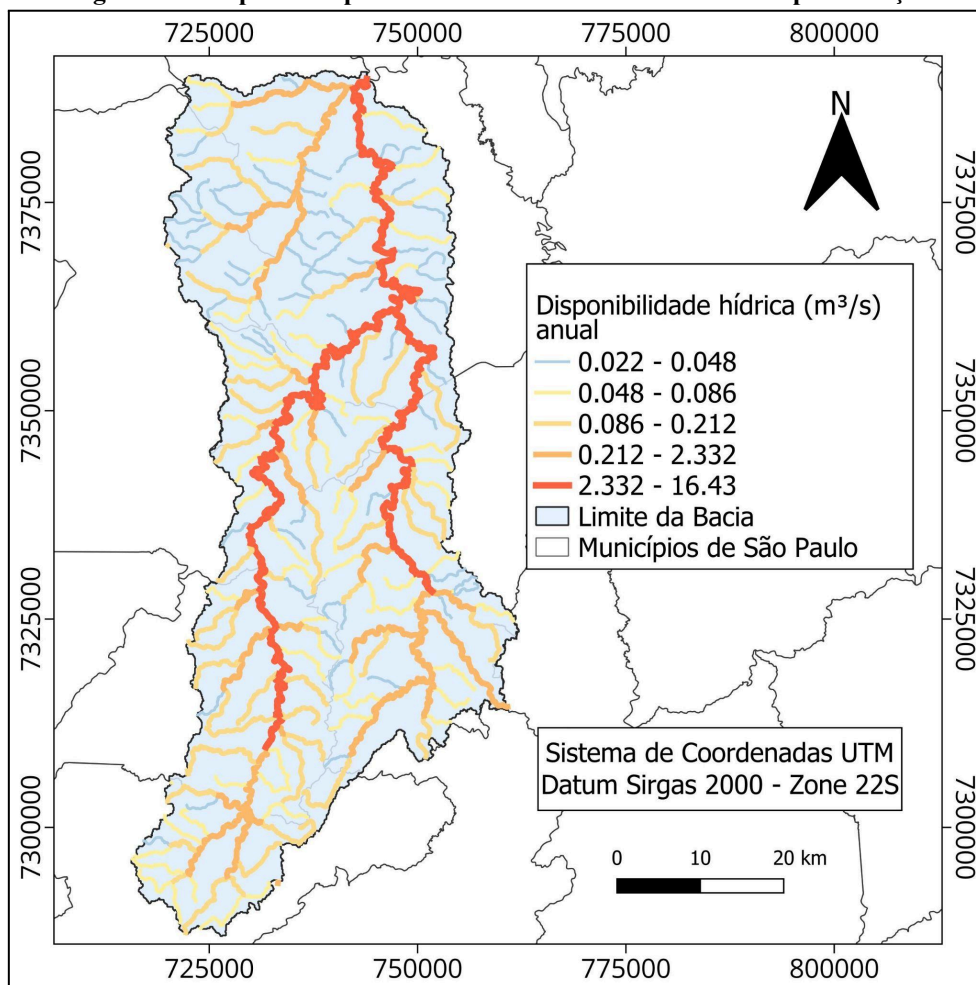
Fonte: AUTOR, 2024

5.2.7 Disponibilidade e Demanda Hídrica

5.2.7.1 Disponibilidade Hídrica

A hidrografia da bacia é classificada de acordo com a disponibilidade hídrica, utilizando uma escala de tonalidades que variam de azul a vermelho (Figura 11). As tonalidades mais claras representam áreas com menor disponibilidade de água, enquanto as mais escuras indicam regiões com maior quantidade de recursos hídricos. Observando o mapa, é evidente que os principais rios da bacia, como o Rio Apiaí-Guaçu, apresentam as maiores disponibilidades de água superficial. Para as menores drenagens, a disponibilidade hídrica varia de 0,022 a 0,048 m³/s anualmente. O Rio Apiaí-Guaçu, pode chegar até 16,43 m³/s, embora também apresentem mínimas de 2,332 m³/s em determinados períodos.

Figura 11 - Mapa de Disponibilidade Hídrica da Bacia do Rio Apiaí-Guaçu.



Fonte: AUTOR, 2024

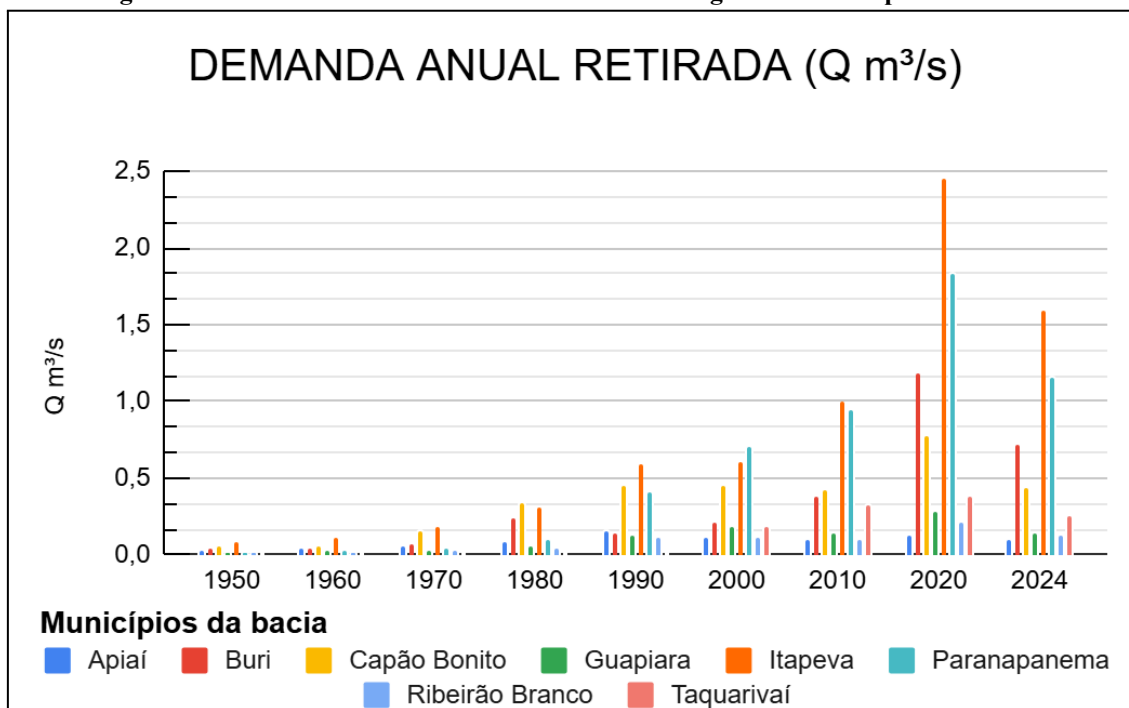
5.2.7.2 Demanda Hídrica

A demanda hídrica na bacia, considerando o período de 1950 a 2024, apresenta um crescimento contínuo e significativo ao longo das décadas. Desde 1950, a necessidade de água tem aumentado, refletindo a crescente exigência de recursos hídricos para diversas atividades, incluindo agricultura, indústria e abastecimento urbano (Figura 12).

Entre os municípios da bacia, Itapeva se destaca com um aumento notável na demanda, que subiu de 1,01 m³/s para 2,45 m³/s entre 2010 e 2020. Paranapanema também registrou um aumento considerável, com sua demanda passando de 0,94 m³/s para 1,83 m³/s no mesmo período. Buri, por sua vez, viu sua demanda hídrica crescer de 0,38 m³/s para 1,18 m³/s.

Esses três municípios são os que apresentam a maior demanda hídrica na bacia, ressaltando a importância de um planejamento e gestão eficazes para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos na região.

Figura 12 - Gráfico da Demanda Anual Retirada de Água nos Municípios da Bacia.

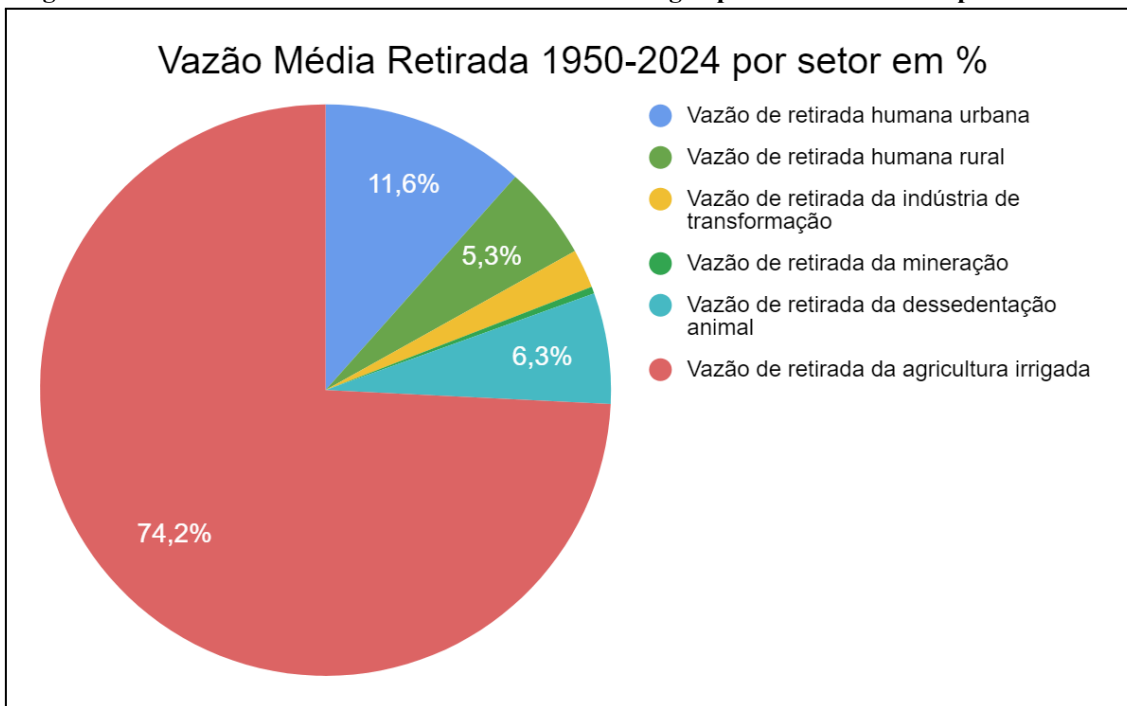


Fonte: AUTOR, 2024

Em relação à demanda média anual de retirada de água por setores na bacia, observam-se algumas características marcantes ao longo do período de 1950 a 2024. Nenhum dos municípios apresenta demanda de retirada para geração termelétrica. A demanda de mineração é bastante modesta, com uma média de 0,00825 m³/s anuais. A demanda da indústria de transformação é ligeiramente superior, contabilizando 0,047 m³/s anuais.

Conforme pode ser observado na Figura 13, a retirada de água para consumo humano em áreas rurais representa 5,3% da demanda média anual, totalizando 0,114 m³/s. Já a dessedentação animal responde por 6,3% da demanda, ou 0,134 m³/s. A retirada humana urbana é significativa, correspondendo a 11,6% da demanda total, ou 0,247 m³/s. No entanto, a maior parte da demanda hídrica se concentra na agricultura irrigada, que representa 74,2% da retirada total, equivalente a 1,581 m³/s. Esse valor é mais do que o dobro de todas as outras finalidades combinadas, destacando a predominância da agricultura irrigada na demanda hídrica da bacia.

Figura 13 - Gráfico da Vazão Média em % Retirada de Água por Setor nos Municípios da Bacia.



Fonte: AUTOR, 2024

5.2.8 Outorga e Conflitos da Água

5.2.8.1 Outorgas Realizadas e Finalidade por Setores

No sistema do SOE-DAEE, há um total de 1.365 pedidos de outorga registrados nos municípios da bacia. Desses, 9,8% correspondem a declarações de viabilidade, 13,6% a direitos de uso, 16,2% a renovações, 30,0% a regularizações e 30,4% a dispensas de outorga.

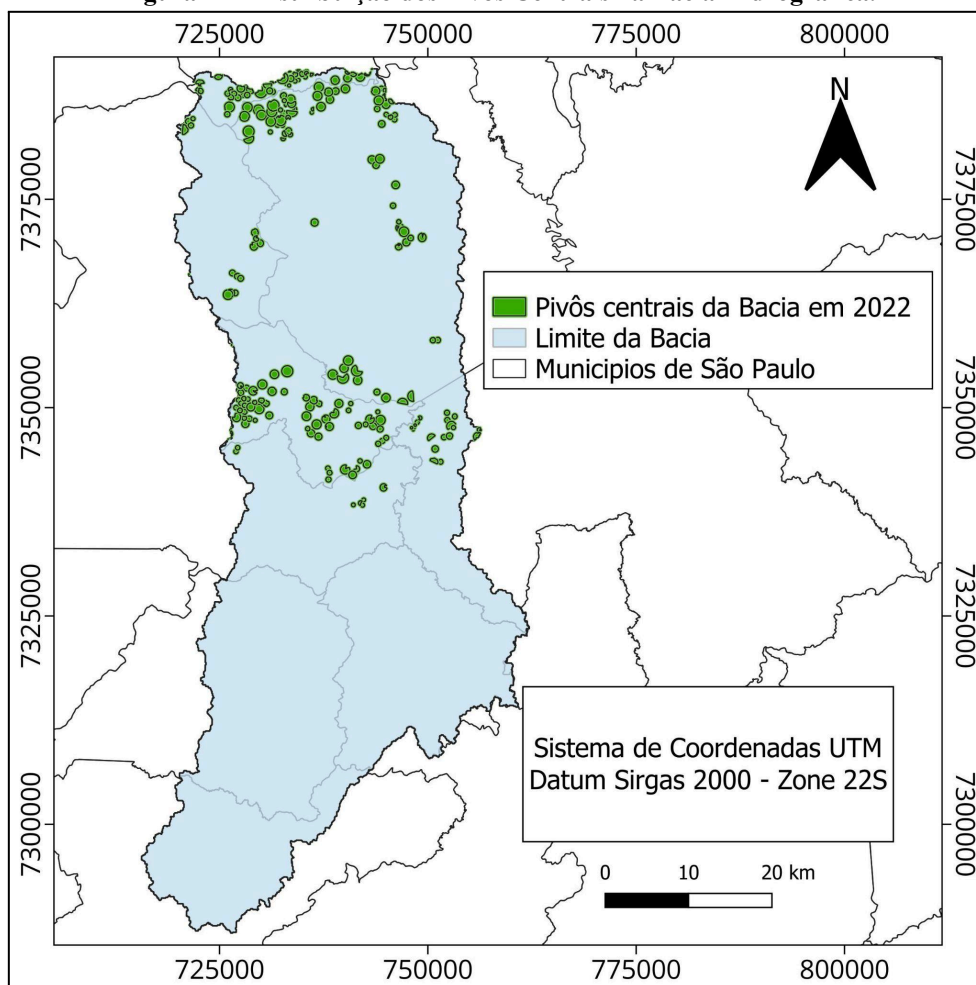
Em relação às finalidades dos pedidos de outorga, 52,5% (717) estão destinados à irrigação, enquanto 13,8% (189) referem-se à regularização de nível. A categoria "outros" representa 7,8% (106) dos pedidos. O uso urbano contabiliza 5,6% (77), seguido pela aquicultura com 5,1% (70). O setor industrial corresponde a 4,0% (54), o uso doméstico a 3,8% (52) e a mineração a 2,6% (36). Além dessas, outras finalidades aparecem com menor frequência. Com 52,5% dos pedidos voltados para irrigação, fica evidente que a agricultura é a principal consumidora de água na bacia.

5.2.8.2 Pivôs Centrais e Área Irrigada

Na área da bacia, há um total de 223 pivôs centrais, organizados de forma a se concentrar no centro e ao norte da bacia, cobrindo uma área irrigada de 10.872,7 hectares. De acordo com o Atlas Irrigação (2021), a tipologia da irrigação na bacia varia entre "culturas anuais em pivôs centrais" e "outras culturas e sistemas". É importante

notar que a parte sul da bacia pode não contar com a presença de pivôs centrais devido à sua topografia, que é mais elevada e apresenta maior declividade.

Figura 14 - Distribuição dos Pivôs Centrais na Bacia Hidrográfica.



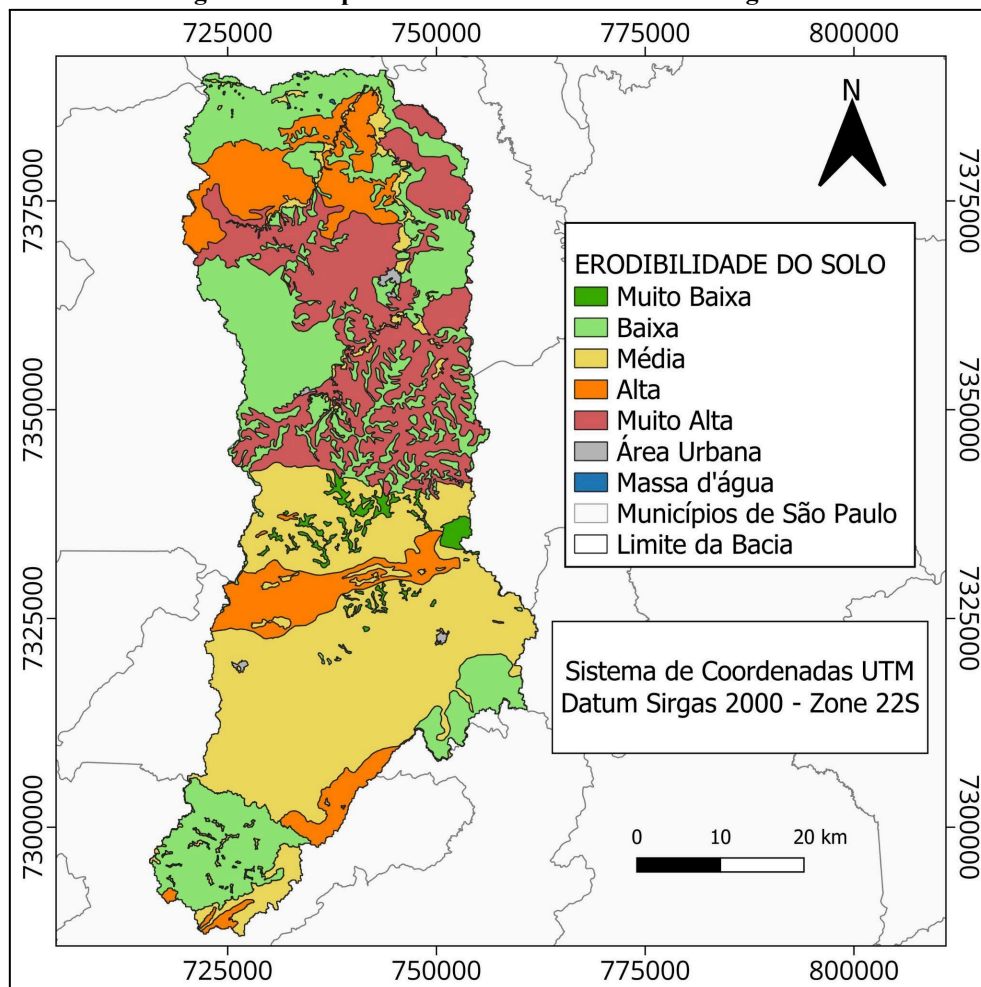
Fonte: AUTOR, 2024

5.2.9 Suscetibilidade de Erosão do Solo

O mapa de erodibilidade foi classificado com base no índice K, que mede a suscetibilidade do solo à erosão. Segundo SEMIL (2022), o índice K é uma medida da suscetibilidade do solo à erosão hídrica, baseada em características como textura, conteúdo de matéria orgânica, estrutura e permeabilidade do solo. Os valores do fator K são: 0,0087 para erodibilidade muito baixa, 0,0128 para baixa, 0,0269 para média, 0,0434 para alta e 0,0462 para muito alta. A Figura 15 mostra uma extensa área de erodibilidade muito alta, totalizando 570,47 km², localizada na parte mais baixa da bacia. Essa região é particularmente vulnerável à erosão, o que pode impactar negativamente a conservação do solo.

Na parte sul da bacia, que é a área mais elevada, há uma seção de alta erodibilidade, mas a predominância é de erodibilidade média, cobrindo 1002,17 km². Isso sugere que, embora existam riscos de erosão, a suscetibilidade nesta região não é tão pronunciada quanto na parte mais baixa. Além disso, a erodibilidade muito baixa está concentrada exclusivamente no centro horizontal da bacia, abrangendo 44,35 km². Essa distribuição evidencia a necessidade de atenção especial nas regiões com alta e muito alta erodibilidade, visando à preservação da qualidade do solo.

Figura 15 - Mapa de Erodibilidade da Bacia Hidrográfica.



Fonte: AUTOR, 2024

5.2.10 Uso e Cobertura do Solo

A área da bacia hidrográfica é composta por fragmentos de vegetação do Cerrado e da Mata Atlântica, caracterizando-se como zonas de tensão ambiental conforme estabelece a Resolução SMA 146/17, de 08/11/2017. A vegetação predominante na região é de formação florestal.

A análise comparativa de mapas ao longo dos anos revela mudanças no uso do solo (Figura 16), evidenciando uma redução na cobertura florestal de 1,72% entre 1985 e 2022, com a área passando de 982,06 km² para 965,16 km². Além da cobertura florestal, a formação savânica da bacia também sofreu uma redução significativa ao longo dos anos, com uma perda de 82,03%, passando de 7,23 km² em 1985 para apenas 1,3 km² em 2022.

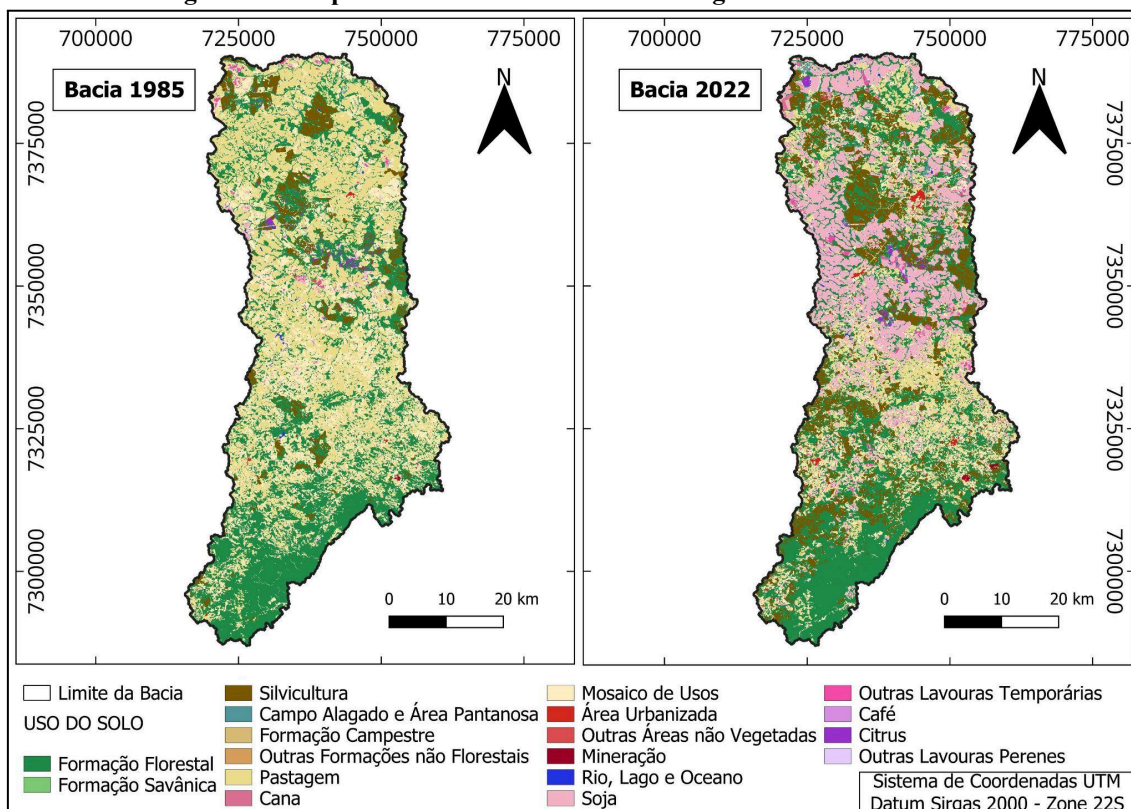
A classe de Campo Alagado e Área Pantanosa, pertencente à formação natural não florestal da bacia, mais que dobrou ao longo dos anos, aumentando de 14,49 km² em 1985 para 31,22 km² em 2022.

A área de pastagem sofreu uma redução expressiva de 67,59%, passando de 971,64 km² em 1985 para 314,91 km² em 2022. Em contrapartida, a área destinada à soja teve um aumento impressionante de 4156,04%, expandindo de 13,43 km² em 1985 para 571,37 km² em 2022. A cultura de cana-de-açúcar também cresceu consideravelmente, com um aumento de 5487,67%, passando de 0,07 km² para 4,08 km² no mesmo período.

Outras Lavouras Temporárias mais que dobraram em área, de 14,48 km² para 39,65 km². As Lavouras Perenes apresentaram um aumento de 1256,65%, indo de 0,44 km² em 1985 para 5,92 km² em 2022. A silvicultura também teve um crescimento significativo de 191,98%, expandindo de 153,9 km² para 449,36 km². Por outro lado, a área de mosaico de usos reduziu 36,29%, passando de 635,41 km² para 404,81 km².

A área urbana da bacia teve um aumento expressivo de 359,56%, passando de 1,96 km² em 1985 para 9,01 km² em 2022. A mineração também cresceu significativamente, registrando um aumento de 278,82%, de 0,56 km² em 1985 para 2,11 km² em 2022. Por outro lado, outras áreas não vegetadas diminuíram em 24,76%, passando de 5,05 km² para 3,8 km² no mesmo período. A classe de Rio, Lago e Oceano também aumentou levemente, de 6,60 km² em 1985 para 7,59 km² em 2022.

Figura 16 - Mapa de Uso do Solo da Bacia Hidrográfica em 1985 e 2022.



Fonte: AUTOR, 2024

5.2.11 Restrições Ambientais

Na análise da bacia, é possível observar três unidades de conservação com características distintas em termos de extensão e mudanças no uso do solo: o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), com área de 2,02 km² e jurisdição estadual; o Parque Estadual Intervales, com área de 2,20 km², também estadual; e a Floresta Nacional de Capão Bonito, com 35,23 km², de jurisdição federal. Ao comparar os mapas de uso do solo entre 1985 e 2022, nota-se que as unidades estaduais, PETAR e Intervales, possuem uma área pequena dentro da bacia, o que limita as alterações observáveis no uso do solo nessas áreas. Em contraste, a Floresta Nacional de Capão Bonito apresenta uma mudança mais significativa nesse período, com a cobertura florestal sendo parcialmente convertida em áreas de silvicultura e cultivo de soja.

Figura 17 - Restrições Ambientais da Bacia.



Fonte: AUTOR, 2024

5.3 ESTUDO DO CASO: MUNICÍPIO DE BURI

5.3.1 Plano de Gestão Agrícola

Buri, com uma área de 1.196,47 km² (IBGE, 2022), possui uma rica história agrícola repleta de transformações. Inicialmente, a agricultura no município era voltada para a subsistência. Na década de 1930, o desmatamento intenso, impulsionado pela demanda das locomotivas a vapor, resultou nas primeiras lavouras comerciais, como o algodão, que se destacaram entre 1910 e 1950. Nos anos 1960, o governo incentivou o reflorestamento com pinus e eucaliptos. A partir de 1970, o cultivo de milho e feijão começou a se expandir, com a adoção de técnicas modernas. A introdução do trigo na década de 1990 e da soja no início dos anos 2000 representaram a modernização da agricultura em Buri (BURI, 2024), sendo essa trajetória fundamental para a análise das principais ações e medidas apresentadas no plano de gestão agrícola de Buri.

A análise concentrou-se nas principais ações e medidas apresentadas no plano de gestão de 2017, que definiu a missão da Secretaria de Agricultura: promover a aproximação com o produtor rural, com o objetivo de fortalecer uma agropecuária sustentável no município. O plano busca alcançar o desenvolvimento rural sustentável por meio da autogestão da agricultura familiar (BURI, 2017). O Plano Agrícola está estruturado em quatro eixos fundamentais: capacitação técnica, cadeia de abastecimento, desenvolvimento econômico e acesso a mercados.

Entre as ações destacadas para fomentar o desenvolvimento rural sustentável, estão o fortalecimento do cooperativismo, a agroindustrialização, a agregação de valor à produção e o aumento da renda dos agricultores familiares. O plano também enfatiza a produção de alimentos saudáveis, a sucessão rural, a transição agroecológica e a oferta de assistência técnica para a consolidação de sistemas de produção sustentáveis, com atenção especial à agrobiodiversidade e às questões hídricas (BURI, 2017).

Em 2017, o município de Buri contava com 822 estabelecimentos produtores, dos quais 27% eram agricultores familiares e 31% correspondia a médias propriedades rurais. Um dos projetos estratégicos do plano 2017-2020 enfocava a cadeia de abastecimento e a recuperação de nascentes, com a meta de restaurar 10 nascentes. No entanto, o projeto enfrentou desafios, como a adesão dos produtores e a disponibilidade de recursos financeiros e equipe para sua implementação. As ações relacionadas às nascentes incluíam diagnósticos de microbacia, identificação de produtores na área e a organização de um projeto para a recuperação.

Infelizmente, não houve progresso significativo, e nenhum relatório foi elaborado para monitorar os resultados (BURI, 2017). Além disso, Buri, que recentemente alcançou a população de 20.250 habitantes segundo o IBGE (2022), ainda não possui um Plano Diretor, o que pode dificultar ainda mais a gestão e a implementação de projetos voltados ao desenvolvimento sustentável da cidade.

5.3.2 Uso e Ocupação do Solo no Município

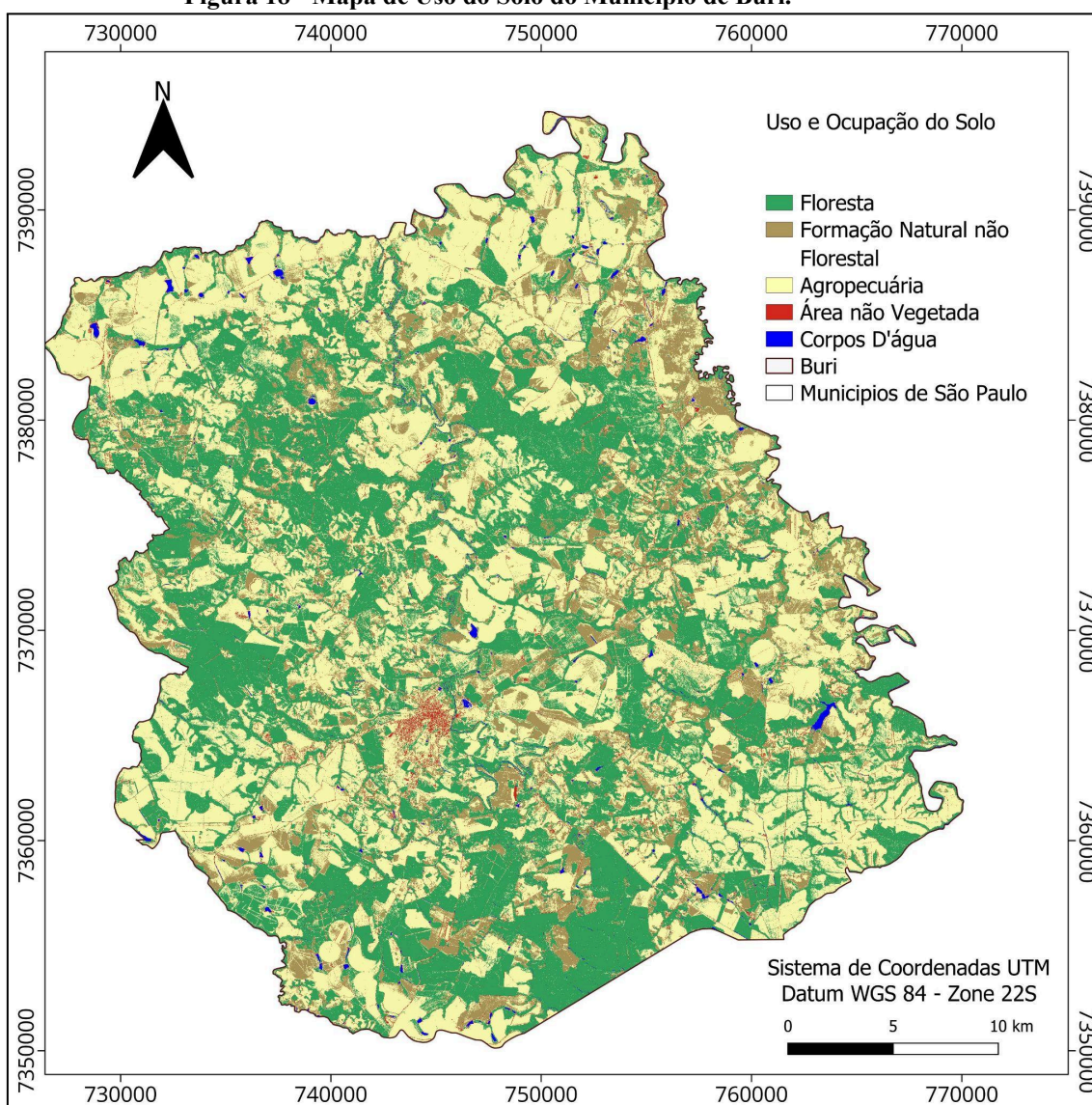
O resultado da classificação foi recortado de acordo com o limite do município de Buri, obtendo o mapa da Figura 18. Por fim, o ajuste na simbologia da classificação foi realizado, utilizando as cores sugeridas pela Coleção 8.0 do MapBiomas para representar as diferentes classes de uso do solo (MAPBIOMAS, 2023).

Embora a área do município de Buri seja de 1.196,46 km², a distribuição das áreas de uso do solo, conforme o mapa do uso do solo, chega a 1.198,53 km², indicando

que os pixels do raster utilizado para a análise ultrapassam os limites do município. A Agropecuária, com aproximadamente 549,91 km², ocupa a maior parte da área, refletindo uma forte presença de atividades como agricultura e pastagem. A Floresta, com cerca de 467,31 km², é a segunda maior classe, e embora represente uma área significativa, pode estar sujeita a fragmentação e desmatamento.

A Formação Vegetal Não Florestal, com 138,01 km² de área, é caracterizada por vegetação não arbórea, como campos e cerrados. A Área Não Vegetada, com 35,09 km², está associada principalmente à urbanização, refletindo a infraestrutura e a mancha urbana do município. Por fim, os Corpos d'Água, com 8,21 km², representam as nascentes, lagos e outras áreas hídricas.

Figura 18 - Mapa de Uso do Solo do Município de Buri.

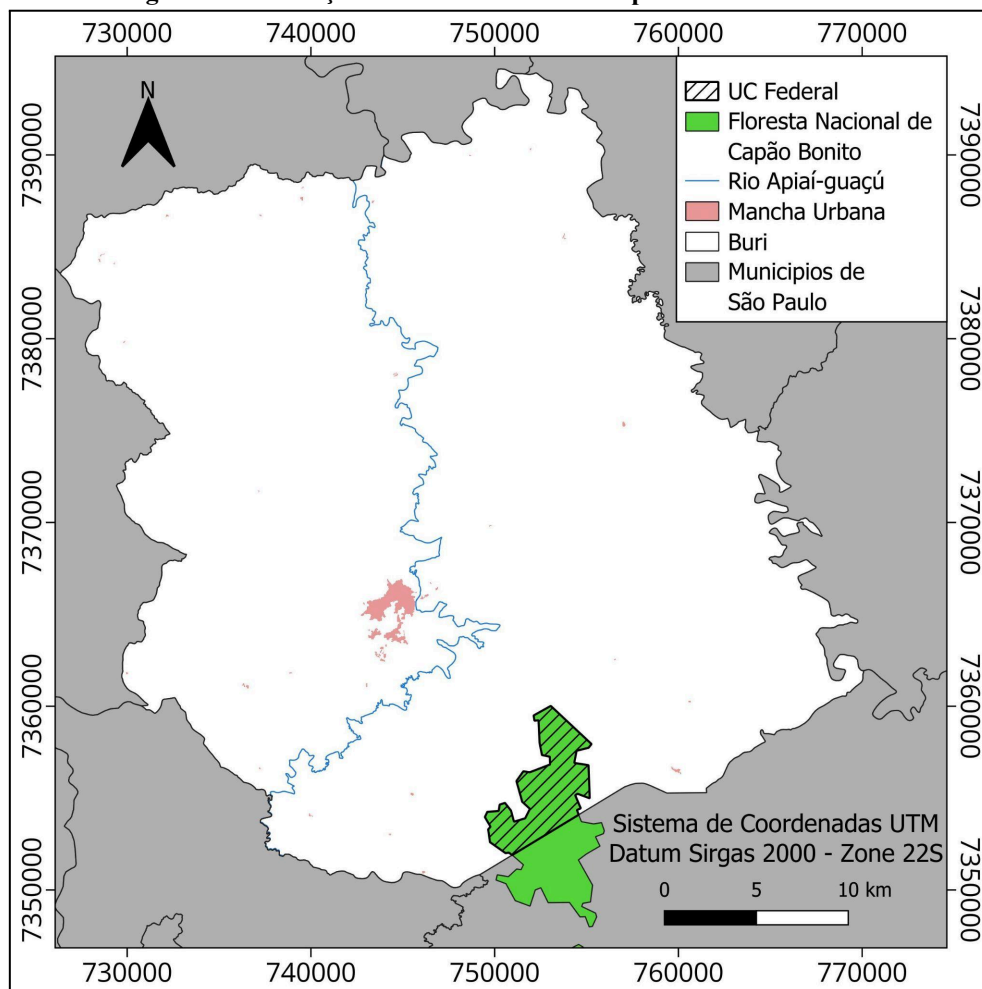


Fonte: AUTOR, 2024

5.3.3 Áreas de restrição ambiental no município

No município de Buri, aproximadamente 21.32 km² da Floresta Nacional de Capão Bonito correspondem a uma Unidade de Conservação (UC) Federal, sendo a única UC presente no município, conforme mostrado na Figura 19. Ao comparar essa área com o mapa de uso do solo, é possível observar que a Floresta Nacional de Capão Bonito se destaca por uma boa preservação de sua cobertura vegetal, mantendo-se integralmente protegida de desmatamento e fragmentação.

Figura 19 - Restrições Ambientais do Município de Buri.



Fonte: AUTOR, 2024

5.3.4 Análise descritiva e comparativa

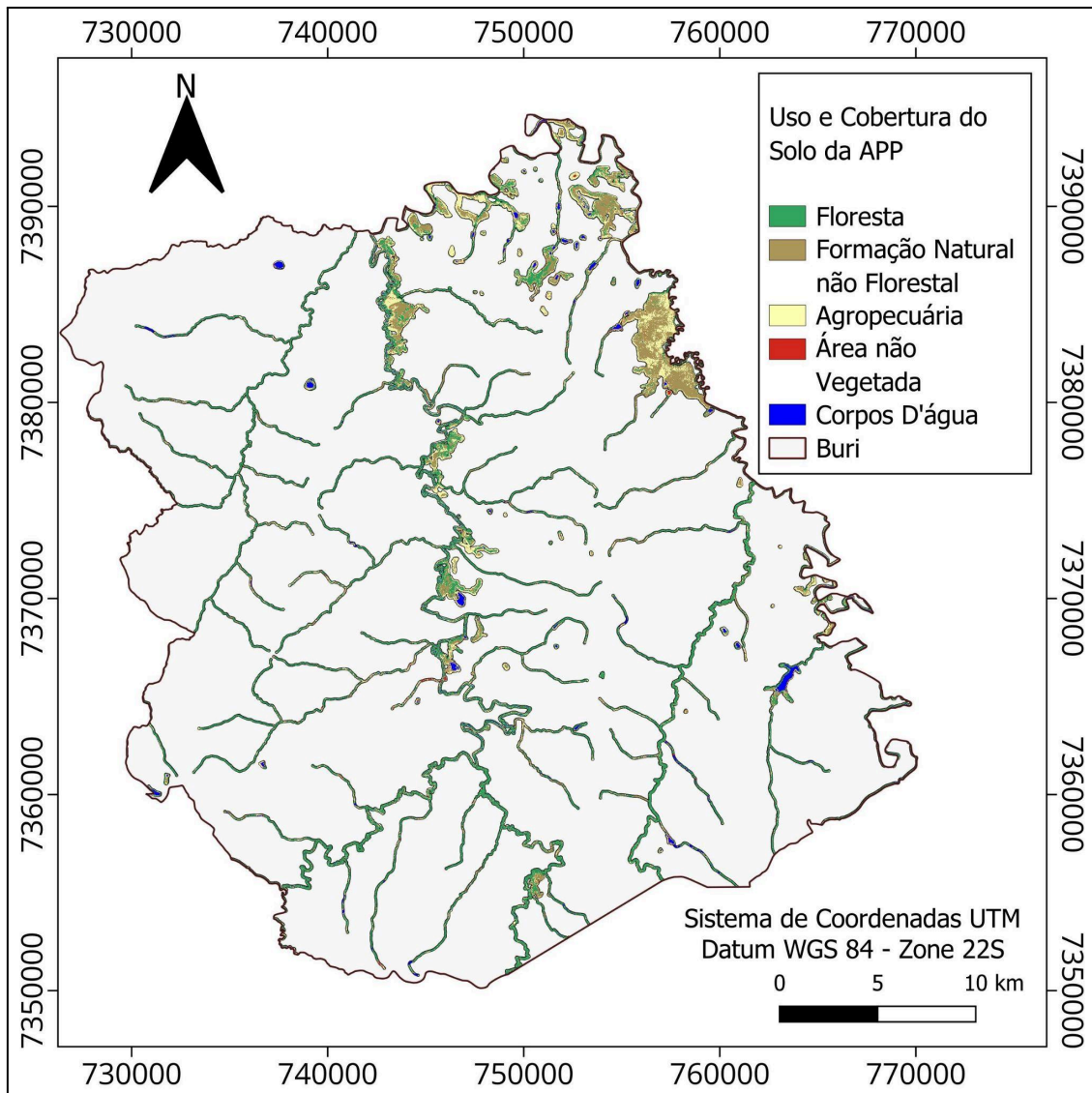
A análise da fragilidade ambiental, com foco na fragmentação das Áreas de Proteção Permanente (APPs), foi realizada ao confrontar o mapa de uso do solo de Buri com as APPs delimitadas conforme a Lei nº 12.651/2012. O objetivo foi identificar a sobreposição do uso do solo dentro dessas áreas de proteção e avaliar os potenciais impactos das atividades humanas sobre elas.

O total de APPs no município foi calculado em 92,73 km². Deste total, 68,55 km² (aproximadamente 73,93%) estão localizadas nas classes Floresta (Classe 1), Formação Vegetal Não Florestal (Classe 2) e Corpos d'Água (Classe 3), as quais podem ser consideradas áreas conservadas. Essas áreas apresentam vegetação nativa ou ecossistemas aquáticos, indicando a preservação dessas regiões.

Por outro lado, o restante da área de APPs, equivalente a 24,18 km² (aproximadamente 26,07%), apresenta ocorrência de Agropecuária (Classe 3), com 20,6 km², e área Não Vegetada (Classe 4), com 3,58 km². Essas áreas representam

fragmentações significativas, onde a sobreposição de atividades como agropecuária e a presença de áreas não vegetadas dentro das APPs indicam potenciais riscos de degradação ambiental, o que pode levar à fragmentação dos ecossistemas e à diminuição da efetividade dessas áreas de proteção.

Figura 20 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Área de Preservação Permanente do Município de Buri.



Fonte: AUTOR, 2024

Porém, apesar de os 3,58 km² de área não vegetada estarem localizados em uma Área de Preservação Permanente (APP), é possível que esse uso do solo se enquadre, conforme a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), como área rural consolidada preexistente a 22 de julho de 2008 ou até como área urbana consolidada, caso esteja inserido dentro dos limites da zona urbana, conforme definido pela Lei Nº 14.285/2021 (Brasil, 2021). Nesse contexto, a legislação permite que, em determinadas situações,

áreas previamente modificadas ou já ocupadas de forma consolidada possam ter seu uso flexibilizado, desde que respeitados os parâmetros ambientais e urbanísticos estabelecidos.

6. CONCLUSÃO

Em conclusão, a caracterização socioeconômica realizada forneceu uma análise abrangente, cujos resultados podem servir como base para estudos futuros. A atualização periódica desses dados é essencial para monitorar a evolução dos aspectos socioeconômicos, permitindo verificar se houve melhorias ao longo do tempo. No que se refere à caracterização física e biótica da bacia hidrográfica, os mapas e gráficos gerados foram fundamentais para ilustrar de forma clara suas principais características. No entanto, é importante destacar que a realização desse tipo de análise envolve etapas complexas, que exigem conhecimento especializado na manipulação de dados georreferenciados e na produção de mapas, além de uma estrutura de hardware robusta.

A análise comparativa entre as Áreas de Preservação Permanente e o uso e cobertura da terra, obtida por meio da classificação supervisionada, revelou resultados significativos. Contudo, como o algoritmo de classificação se baseia na assimilação de valores de pixels associados a diferentes classes, um ajuste nas amostras de treinamento, com um maior número de "assinaturas", resultaria em mapas e dados espaciais mais precisos e satisfatórios. Esses aprimoramentos podem contribuir significativamente para a geração de diagnósticos ambientais mais confiáveis e detalhados, o que é essencial para um planejamento e uma gestão ambiental eficazes.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- ALVES SOBRINHO, T. et al. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, São Paulo, 30(1), p. 46-57. (2010). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000100005>. Acesso em: 5 set. 2024.
- ALVES, W. S. et al. Avaliação da Qualidade da Água e Estado Trófico do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – Go, Brasil. UNESP, **Revista Geociências**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 13-29, 29 mar. 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/12290/8103>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K)**. Brasília: ANA, 2017. Catálogo de Metadados da ANA. 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/7ac42372-3605-44a4-bae4-4dee7af1a2f8>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Séries históricas de estações Brasil**: ANA. 2023. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 15 maio. 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Usos Consuntivos da Água no Brasil (1931-2040)**. Brasília: ANA, 2022. Catálogo de Metadados da ANA. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>. Acesso em: 4 jun. 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Milho e Sorgo. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017)**. Brasília, DF: ANA e Embrapa; 2023. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/e2d38e3f-5e62-41ad-87ab-990490841073>. Acesso em: 11 jun. 2024.
- BATISTA, A. N. C.; ALMEIDA, N. V.; MELO, J. A. B. de. Utilização de Imagens CBERS no diagnóstico do uso e ocupação do solo na Microbacia do Riacho Maracajá, Olivedos, PB. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 10, n. 32, p. 235-244, dez. 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15949/8999>. Acesso em: 15 out. 2024.

BORGES, L. A. C. *et al.* Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS. v. 41, n. 7, p. 1202-1210, 28 jul. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4jVMhFMf3q69gvyMCnFBfpB/?lang=pt>. Acesso em: 8 nov. 2024.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, [S. l.], v. 14, p. e1–e16, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1679007316300032>. Acesso em: 6 set. 2024.

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Presidência da República, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 8 nov. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 19 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em : 4 set. 2024.

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. Brasília, DF: Presidência da República, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 23 ago. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 14.285, de 29 de Dezembro de 2021**. Altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Brasília, DF: Presidência da República, 30 dez. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm. Acesso em: 15 jul. 2024.

BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Mapeamento do Uso da Terra e Cobertura Vegetal do Município de Uberlândia - MG, Utilizando Imagens CCD/Cbers 2. **Revista Caminhos de Geografia**. [S. l.], n. 13(15), p. 144-153, jun. 2005. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15394/8693>. Acesso em: 24 out. 2024.

CARDOSO, C. A., *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio

Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 29 mai. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>. Acesso em: 5 nov. 2024.

COELHO, L. S. *et al.* Uso do Sensor Cbers/CCD na Avaliação do estado trófico do reservatório lago do amor (Campo Grande, MS). **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 63, n. 2, p. 221-232, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43734/3447>. Acesso em: 23 out. 2024.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Sistema de Outorga Eletrônica (SOE). **Visualizador de Atos de Outorgas e Cadastros**. 2024. Disponível em: <https://cth.dae.sp.gov.br/soe/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DIAS, L.S.O. *et al.* Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 14, n.2, p. 265-271, set. 2004. Disponível em: https://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/aed/tecnologia_da_informacao.pdf. Acesso em: 5 set. 2024.

DUDGEON, D. Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. **Current biology**, [S. l.], v. 29, n. 19, p. R960–R967, 7 out. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982219310140>. Acesso em: 8 nov. 2024.

EL KHALIL, H. *et al.* Distribution of major elements and trace metals as indicators of technosolisation of urban and suburban soils. **Journal of Soils and Sediments**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 519–530, 6 set. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0594-x>. Acesso em: 5 set. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS. Rio de Janeiro, RJ, mar. 1979, 87p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/327212/1/SNLCSMiscelania11979.pdf#page=60.15>. Acesso em: 29 mar. 2024.

EPA. U. S. Environmental Protection Agency. **Report Environment: Land use**. 2024. Disponível em: <https://www.epa.gov/report-environment/land-use>. Acesso em: 22 jun. 2024.

FARIA, V. D.; NUNES, D. M.; BOTELHO, R. G. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas: aplicação e análise em diferentes paisagens no Brasil. **Geo UERJ**, [S. l.], n. 42, p. e68545, 2023. DOI: 10.12957/geouerj.2023.68545. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/68545>. Acesso em: 5 set. 2024.

FERRAZ, R. P. D.; KUCHLER, P. C.; SIMÕES, M. A intensificação do uso agrícola do solo: uma trajetória para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira. **Natureza e Sociedade**. [S. l.], p. 236-248, 2021. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227470/1/A-intensificacao-do-uso-agricola-do-solo-2021.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 15 maio 2017. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/joc.5086>. Acesso em: 10 maio 2024.

FILHO, A. C. P. *et al.* Análise do impacto da ação antrópica sobre uma nascente do rio Água Grande (Ubiratã – PR.) através de imagem de satélite Cbers. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, p. 1451-1458, abr. 2005. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.22.50.49/doc/1451.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2024.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 160 p.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. **What drives tropical deforestation**: A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. LUCR Report Series. Louvain-la-Neuve: University of Louvain, 2001. v. 4, 116 p.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 4. ed. New York: Pearson International, 2017, 1022p. Disponível em: <https://dl.icdst.org/pdfs/files4/01c56e081202b62bd7d3b4f8545775fb.pdf#page=49.16>. Acesso em: 18 maio 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados Do Brasil**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geomorfologia 1:250.000**. 2023. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/vetores/escala_250_mil/versao_2023/. Acesso em: 10 abr. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro, Brasil, n. 4, 2015, 428 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro, Brasil, n. 7, 2013, 170 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Educação ambiental - SNUC**, 2024. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/snuc.html>. Acesso em: 4 set. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Cbers-04a: Câmeras imageadoras**. 03 maio 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/programas/cbers/sobre-o-cbers-1/cbers-04a/cameras-imageadoras>. Acesso em: 17 out. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programas Cbers: Lançamentos: Cbers-1**. 30 abr. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/programas/cbers/lancamentos/cbers-1>. Acesso em: 24 out. 2024.

KANEGAE, E. **Mapa Índice TOPODATA**. 2011. Disponível em: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1Yle0c2VU4waXo-Kzn0RBONZG9NgSYas&ll=-23.31520503554777%2C-47.957600712776184&z=8>. Acesso em: 5 abr. 2024.

KARASIAK, N. **Dzetsaka: Classification tool**. 2016. Disponível em: <https://github.com/nkarasiak/dzetsaka>. Acesso em: 12 mar. 2024.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, [S. l.], v. 4, n. 12, p. 90-106, dez. 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/view/45664/24437>. Acesso em: 23 jun. 2024.

MAPBIOMAS. **Códigos da legenda para os valores de pixel na Coleção 8 do MapBiomias**. MapBiomias Brasil. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/Legenda-Colecao-8-LEGEND-CODE.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2024.

MAPBIOMAS. **Método cobertura e uso: Conheça os passos da metodologia de cobertura e uso da terra**. Mapbiomas Brasil. 2023. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/metodo_cobertura_e_uso/. Acesso em: 18 maio 2024.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomias – **Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2022 – Coleção 8**. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 2 jul. 2024.

MENESES, P. R.; ALMEIDA T. de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília – UNB. Brasília. 2012, 276 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5550408/mod_resource/content/3/Livro-SensoriamentoRemoto.pdf. Acesso em 24 out. 2024.

METZGER, J. P. *et al.* Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in ecology and conservation**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 104–116, 11 out. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.09.001>. Acesso em: 8 nov. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Unidades de Conservação. 2019.** Catálogo de Metadados da ANA. Brasília, DF. 2019. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/9407d38f-84d2-48ea-97dd-e152c493043>. Acesso em: 8 jul. 2024.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 21 mar. 2024.

MONTESI, E. C.; BATISTA, G. T. Avaliação de dados do Satélite CBERS para o mapeamento de produção agrícola ao nível municipal. **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, p. 181-188, 05-10 abr. 2003. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.17.14.28/doc/01_312.pdf. Acesso em: 24 out. 2024.

NGOYE, E.; MACHIWA, J. F. The influence of land-use patterns in the Ruvu river watershed on water quality in the river system. **Physics and chemistry of the earth, Parts A/B/C**, [S. l.], v. 29, n. 15–18, p. 1161–1166. 1 out. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.09.002>. Acesso em: 8 nov. 2024.

PARANHOS FILHO, A. C. *et al.* Análise do impacto da ação antrópica sobre uma nascente do Rio Água Grande (Ubiratã, PR) através de imagem de satélite CBERS. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto SBSR**, Goiânia, Brasil, p. 1451-1458, 16-21 abril 2005. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.22.50.49/doc/1451.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

PERROTTA, M. M. *et al.* **Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo.** CPRM. 2006. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/2966>. Acesso em: 17 abr. 2024.

POSTEL, S. L. Securing water for people, crops, and ecosystems: New mindset and new priorities. **Natural Resources Forum**, UK, 27: 89-98. 16 abr. 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1477-8947.00044>. Acesso em: 8 nov. 2024.

PREIDL, S.; LANGE, M.; DOKTOR, D. Introducing APiC for regionalised land cover mapping on the national scale using Sentinel-2A imagery. **Remote sensing of environment**, Leipzig, v. 240, n. 111673, p. 0034-4257, 6 mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111673>. Acesso em: 8 nov. 2024.

QGIS. **Qgis documentation:** Integração com SIG GRASS. 2024. Disponível em: https://docs.qgis.org/3.34/pt_BR/docs/user_manual/grass_integration/grass_integration.html#working-with-grass-modules. Acesso em: 5 set. 2024.

QGIS. **Spatial without Compromise.** Free and Open Source, 2024. Disponível em: <https://www.qgis.org/>. Acesso em: 21 set. 2024.

RODRIGUES, F. M.; PISSARA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego da fazenda glória, Município de Taquaritinga, SP. **IRRIGA**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310-322, 19 set. 2008. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3373/2127>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ROSA, R. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia – Laboratório de Geoprocessamento, 2013, 142p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/33/2016/12/Introducao-ao-Geoprocessamento-Roberto-Rosa.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2024.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. v.1. 118p. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

ROSSI, M.; NALON, M. A.; KANASHIRO, M. M. **Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Ambientais, 2022. v. 1. 99 p. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/ipa/atlas-de-suscetibilidades-dos-solos-do-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

ROZENSTEIN, O.; KARNIELI, A. Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs. **Applied geography**. Israel, v. 31, n. 2, p. 533–544, abr. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622810001517>. Acesso em: 18 maio 2024.

SANTOS, H. G. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 355 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>. Acesso em: 6 ago. 2024.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Resolução SMA Nº 146, de 08 de Novembro de 2017**. Institui o Mapa de Biomas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2017. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/262/2022/07/2017resolucao_sma_146_2017-1.pdf. Acesso em: 11 jul. 2024.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Edit.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, Bahia: Editus, 2002. 293p ISBN 8574550531. Disponível em: http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/conceitos_de_bacias.pdf. Acesso em: 8 set. 2024.

SEADE. Sistema Estadual de Análise de Dados. **Saneamento - Painel**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.seade.gov.br/dataset/saneamento-estado-de-sao-paulo-e-brasil>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SEADE. Sistema Estadual de Análise de Dados. **Seade Municípios**. 2021. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

SIGRH. Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. **Aspectos Gerais: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 14**. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6723/11_alpa.htm. Acesso em: 20 mar. 2024.

SILVA, J. S. V. da; ABDON, M. M.; ROSSI, M. Identificação de Padrões de Vegetação Ciliar em Imagens Cbers e Respectivo Estado de Conservação. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 34, Número Especial, p. 629-641, dez. 2009. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/4852/3964>. Acesso em: 24 out. 2024.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. *In*: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007. cap. 2, p. 35-51.

SIQUEIRA, J.; AZEVEDO, T.; ROSA, M. **Mapbiomas User Toolkit**. 2023. Disponível em: https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit&scriptPath=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit%3Amapbiomas-user-toolkit-lulc.js. Acesso em: 3 jul. 2024.

TEIXEIRA, W. A. *et al.* Uso de imagens cbers-4 para detecção de conflitos do uso do solo em uma microbacia hidrográfica no município de Capitólio/mg Eixo: 2. Territorialidades, conflitos e planejamento ambiental Resumo. **Anais XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada SBGFA**, Fortaleza, Ceara. p. 1-12, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376170213_USO_DE_IMAGENS_CBERS-4_PARA_DETECCAO_DE_CONFLITOS_DO_USO_DO_SOLO_EM_UMA_MICRO_BACIA_HIDROGRAFICA_NO_MUNICIPIO_DE_CAPITOLIOMG_Eixo_2_Territorialidades_conflitos_e_planejamento_ambiental_Resumo. Acesso em: 15 out. 2024.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 5 abr. 2024.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Rbrh: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS. vol. 2, n. 1, p. 135-152, (jun. 1997). Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/233443/000150910.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 nov. 2024.

VASCO, A. N. do, *et al.* Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, SP, v. 6, n. 1, p. 118-130, 23 nov. 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/902852/1/2011AvaliacaoespacialetemporaldaqualidadedaaguanasubbaciadoRioPoximSergipeBrasil.pdf.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2024.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. DE M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí - PA. **Acta amazonica**, Manaus, AM, v. 34, n. 3, p. 487–493, 30 nov. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/gVQhhMRML4h9rJnJgrDFqMs/?format=html&lang=pt#>. Acesso em: 15 maio 2024.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. dos. Técnicas de Classificação de Imagens para Análise de Cobertura Vegetal. *In*: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. amp. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. cap. 18, p. 351-371. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/996027/1/Tecnicas-de-classificacao-de-imagens-para.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

WORLDCLIM. **Historical monthly weather data**. 2024. Disponível em: <https://www.worldclim.org/data/monthlywth.html>. Acesso em: 10 maio 2024.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 5 a 18, 10 maio 1993. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/8663/7394>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia - PPGeo - UFJF**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195-201, 28 set. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073/9359>. Acesso em: 18 out. 2024.