



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Departamento de Ciências Ambientais  
CURSO DE BACHARELADO EM GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL  
Rod. Washington  
Luís, Km. 235 – Cx. Postal. 676  
CEP: 13565-905 – São Carlos – SP – Fone: (016) 3351-9776



## PROJETO DE PESQUISA - MONOGRAFIA II

**Transformações no uso da terra em áreas de preservação permanente: uma análise comparativa entre duas bacias hidrográficas com vocações econômicas distintas e as políticas ambientais vigentes.**

Aluno: Gabriel Vanzo

Orientadora: Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes

**SÃO CARLOS - SP  
2025.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE BACHARELADO EM GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL**

**Transformações no uso da terra em áreas de preservação permanente: uma análise comparativa entre duas bacias hidrográficas com vocações econômicas distintas e as políticas ambientais vigentes.**

**Nome do Aluno: Gabriel Vanzo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gestão e Análise Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Balestrero Menezes

**SÃO CARLOS-SP  
Dezembro de 2025**

Vanzo, Gabriel

Transformações no uso da terra em áreas de preservação permanente: uma análise comparativa entre duas bacias hidrográficas com vocações econômicas distintas e as políticas ambientais vigentes. / Gabriel Vanzo -- 2025.  
48f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos  
Orientador (a): Denise Balestrero Menezes  
Banca Examinadora: Denise Balestrero Menezes, Fabio Leandro da Silva  
Bibliografia

1. Uso e cobertura da terra. 2. Legislação ambiental. 3. Geotecnologias. I. Vanzo, Gabriel. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180

**Transformações no uso da terra em áreas de preservação permanente: uma análise comparativa entre duas bacias hidrográficas com vocações econômicas distintas e as políticas ambientais vigentes.**

**Gabriel Vanzo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 10 de dezembro de 2025 ao Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gestão e Análise Ambiental.

.....

**Denise Balestrero Menezes**

## RESUMO

Nas últimas décadas, os usos da terra no Estado de São Paulo têm sido marcados por intensas transformações, devido aos diversos ciclos econômicos, muitas vezes em desacordo com as normativas ambientais, especialmente no que se refere às Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as bacias hidrográficas. Este estudo tem como objetivo avaliar as mudanças temporais na cobertura e uso da terra em APPs localizadas nas bacias hidrográficas do rio Tietê-Jacaré (UGRHI-13) e do rio Sorocaba/Médio Tietê (UGRHI-10), no período de 2012 a 2023. Os métodos se baseiam na análise de séries históricas da Coleção 9 do MapBiomias, com recortes espaciais obtidos via QGIS versão 3.34 e cruzamento com os limites gerais das APPs, cuja delimitação deve considerar os parâmetros preconizado pela Lei Federal nº 12.651/2012. A partir do uso de geotecnologias, foram quantificadas as áreas de vegetação nativa, uso agropecuário, urbano e outras coberturas em APPs, permitindo análises comparativas entre as duas bacias e entre os anos de 2012 e 2023. Os resultados indicam padrões contrastantes entre as bacias: enquanto a UGRHI-13 manteve predomínio da agropecuária nas APPs, com baixa recomposição florestal ao longo do período, a UGRHI-10 apresentou incremento moderado de vegetação nativa apesar do avanço contínuo da urbanização. A persistência de uso antrópico intensivo nas margens dos cursos d'água sugere limitações na implementação da Legislação Florestal e evidencia a necessidade de políticas integradas que conciliam fiscalização, incentivos econômicos e ações de restauração. A análise reforça a relevância de sistemas automatizados de classificação, como o MapBiomias, para o monitoramento de mudanças ambientais em larga escala, fornecendo dados consistentes para planejamento territorial e gestão de recursos hídricos. Em síntese, as unidades avaliadas apresentam respostas distintas às pressões de uso da terra, evidenciando que a efetividade da conservação das APPs depende diretamente das dinâmicas socioeconômicas regionais e da capacidade de governança ambiental.

**Palavras-chave:** Uso e cobertura da terra; Bacia hidrográfica; Legislação ambiental; Geotecnologias; Planejamento territorial.

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVO</b>	<b>7</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>8</b>
3.1 Legislação Ambiental e Recursos Hídricos no Brasil	8
3.2 Planejamento Ambiental Urbano e Crescimento Urbano	10
3.3 Uso e Cobertura da Terra	11
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>12</b>
4.1 Áreas de estudo	12
4.2 Etapas metodológicas	15
4.2.1 Revisão Bibliográfica	16
4.2.2 Dados Utilizados	16
4.2.3 Análise de Dados	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>17</b>
5.1 Análise Temporal das Bacias Hidrográficas	17
5.2 Análise Temporal das Áreas de Preservação Permanente	23
5.2.1 UGRHI 13	23
5.2.2 UGRHI 10	28
5.2.3 Comparação entre as UGRHI 13 e 10	32
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos XIX e XX, o desenvolvimento industrial foi acompanhado por um modelo de crescimento econômico que ignorava os limites naturais dos ecossistemas (Figueiredo *et al.*, 2020). A degradação ambiental passou a ser vista como um subproduto inevitável do progresso; o uso predatório dos recursos hídricos, da biodiversidade e da terra consolidou-se como uma prática recorrente (Sachs, 2004). Neste contexto, as cidades cresceram de formas que não consideraram as características ambientais e a ocupação de áreas sensíveis como matas ciliares, encostas e margens de rios tornou-se comum (Shi, Kaifang *et al.*, 2023).

A partir da segunda metade do século XX, com o avanço dos estudos ambientais e a emergência de crises ecológicas globais, como a poluição dos rios, a perda de biodiversidade e as mudanças climáticas, começaram a surgir debates sobre a necessidade de compatibilizar crescimento econômico com conservação ambiental (Carson, 1962; ONU, 2015). O conceito de desenvolvimento sustentável ganhou força nos anos 1980, propondo a conciliação entre os interesses socioeconômicos e a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras (WCED, 1987).

O rápido crescimento populacional, aliado à expansão dos sistemas socioeconômicos, tem gerado consequências ambientais significativas, especialmente no que se refere ao aumento da demanda por recursos naturais (Tang *et al.*, 2023). Esses processos ocorrem ignorando fatores como a intervenção humana nos ecossistemas naturais e bacias hidrográficas (Paviani, 2009), comprometendo a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos (Ercoli *et al.*, 2020).

A ocupação desordenada do solo e o avanço das fronteiras agrícolas são apontados como fatores críticos para a fragmentação de habitats e a degradação de áreas naturais, mesmo em territórios considerados de baixa pressão antrópica (Daunt *et al.*, 2021). Estes fatores têm afetado diretamente os ecossistemas hídricos, com destaque para a supressão da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APPs), que são fundamentais para a proteção dos recursos hídricos e para o equilíbrio ambiental (Duarte; Camilo, 2025).

As APPs, definidas legalmente pela Lei Proteção a Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012), correspondem a porções do território nacional que devem ser obrigatoriamente preservadas por sua relevância ecológica, como margens de rios, nascentes, encostas íngremes e áreas de recarga de aquíferos. Tais áreas exercem funções ambientais indispensáveis, como a contenção de processos erosivos, proteção da biodiversidade, regulação do ciclo hidrológico e manutenção da qualidade da água (Brasil, 2012).

No Estado de São Paulo, a intensa ocupação territorial, aliada à expansão agroindustrial e ao adensamento urbano, resultou na supressão de APPs, especialmente nas margens de cursos d'água de pequeno porte (Braz *et al.*, 2025). Estudos apontam que boa parte dos remanescentes de vegetação nativa encontra-se fragmentada, e há uma concentração de usos antrópicos ilegais sobre áreas legalmente protegidas (Daunt *et al.*, 2021). Esta realidade compromete o funcionamento ecológico das bacias hidrográficas e limita o fornecimento de serviços ecossistêmicos.

O desmatamento de APPs contribui para o assoreamento de rios, a perda da biodiversidade local e o agravamento dos efeitos das mudanças climáticas. Além disso, favorece a ocorrência de eventos extremos, como enchentes e deslizamentos, que impactam diretamente populações urbanas e rurais (Ercoli *et al.*, 2020). Esses problemas são particularmente graves em bacias hidrográficas de alta densidade populacional e intensa atividade econômica, como ocorre em muitas regiões do estado de São Paulo (São Paulo, 2020).

Nesse cenário, a legislação ambiental exerce papel central na mediação dos conflitos entre desenvolvimento e conservação. Com a aprovação da atual Legislação Florestal pela Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) houve uma importante alteração na regulação do uso da terra em escala nacional, alterando dispositivos relacionados à proteção de APPs e de Reserva Legal. No estado de São Paulo, iniciativas públicas, como o Programa Nascentes e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) buscam adaptar a legislação de acordo com as características regionais, promovendo a restauração ecológica e o uso racional dos recursos naturais (São Paulo, 2017).

Diante disso, torna-se fundamental compreender os padrões de uso da terra ao longo do tempo, especialmente em áreas onde a vegetação nativa deveria ser legalmente preservada. O avanço da tecnologia geoespacial e o acesso a séries históricas de dados de cobertura e uso da terra oferecem importantes ferramentas para esse tipo de análise, permitindo identificar mudanças espaciais e temporais em APPs.

Assim, este estudo justifica-se pela necessidade de avaliar as transformações recentes no uso e cobertura da terra em duas bacias hidrográficas, à luz das legislações ambientais vigentes nas esferas nacional e estadual. A compreensão dos reflexos dessas normas na conservação da paisagem e no manejo ambiental é fundamental para subsidiar políticas públicas e estratégias territoriais sustentáveis. Com isso, pretende-se fornecer subsídios técnicos e científicos que contribuam para o manejo ambiental das bacias estudadas, apoiando ações de restauração ecológica e ordenamento territorial em conformidade com as diretrizes da legislação vigente.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar as mudanças dos usos da terra em relação às áreas de preservação permanente de duas bacias hidrográficas com vocações econômicas distintas inseridas no interior do estado de São Paulo, qualificando com as mudanças ocorridas na legislação florestal nacional, visando subsídios para o manejo da paisagem e a manutenção dos cursos hídricos.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Mapear e quantificar as mudanças no uso e cobertura da terra nas duas bacias hidrográficas, com ênfase nas APPs;
- Analisar as principais modificações recentes na legislação ambiental federal e estadual e suas implicações para a proteção e o uso das APPs;
- Trazer implicações e diretrizes para o manejo da paisagem e a manutenção dos cursos hídricos.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Legislação Ambiental e Recursos Hídricos no Brasil**

A trajetória da legislação ambiental brasileira começa a ter maior notoriedade com o Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934), criado no Governo de Getúlio Vargas, se tornando uma legislação adequada para um país com uma vasta rede hídrica e, principalmente, facilitar medidas para a produção de energia por meio das hidrelétricas (Brasil, 1934).

Em 31 de Agosto de 1981, promulgou-se a Lei Federal Nº 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. A PNMA tem como objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (Brasil, 1981).

Essa abordagem foi reforçada com a Constituição Federal de 1988, neste novo documento ressalta-se o Art. 225 que declara “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988).

A partir dessas normativas, iniciou-se uma visão holística do gerenciamento ambiental e dos recursos hídricos, fortalecendo a atuação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) na definição de padrões de uso e conservação dos recursos naturais (Silva, 2020).

A Lei Estadual nº 7.663/91 (São Paulo, 1991), que estabeleceu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, reconhece os recursos hídricos como um bem público tendo valor econômico e cuja utilização deve ser cobrada. Esta lei adota a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, bem como define a compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente. Nesse mesmo sentido, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433/1997, que consolida esses princípios em âmbito nacional ao reconhecer a água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico, e ao estabelecer a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento, promovendo uma gestão descentralizada, participativa e integrada, compatibilizando o uso múltiplo dos recursos hídricos com o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental.

Ademais, em 2012 houve a implementação da Lei nº 12.651 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa - LPVN) que substituiu o Código Florestal de 1965. A atual lei de proteção da vegetação no Brasil manteve o termo 'APP', tendo como finalidade a preservação da biodiversidade e a estabilidade geológica, entre outros (Brasil, 2012). Porém, a nova delimitação não leva em consideração a variação do regime hidrológico ao longo do ano (Brasil, 2012).

Sendo assim, alguns estudos recentes, como o de Martens (2022), sugerem que as alterações vindas com a nova LPVN conferem um caráter menos protetivo, do que o Código Florestal de 1965, pois permitem a consolidação em parte de áreas protegidas ocupadas pelas atividades agrossilvipastoris anteriores à 22 de julho de 2008, acarretando, em alguns casos, como o da bacia hidrográfica do Taquari-Antas (RS), na perda de áreas legalmente protegidas.

Uma recente alteração foi realizada na LPVN, a implementação da Lei Federal nº 14.285/2021 incluiu critérios para definição de áreas urbanas consolidadas e estabeleceu a possibilidade de que uma lei municipal ou distrital determine a extensão das APPs, podendo apresentar diferentes métricas das estabelecidas no Art 4º da LPVN, desde que alguns requisitos sejam atendidos (Brasil, 2021). Essa alteração normativa tem sido interpretada como um processo de municipalização das APPs, ao atribuir aos municípios maior protagonismo na definição e gestão dessas áreas em contexto urbano (Souza; Abud, 2025). Tais requisitos são: a não ocupação de áreas de risco; a consulta aos planos de bacia, plano de saneamento básico ou plano de drenagem; a análise de casos de utilidade pública, de

interesse social, ou de baixo impacto ambiental (descritos na Lei nº12.651/2012) causado pelas atividades ou empreendimentos instalados em APP's (Brasil, 2012; 2021).

A retirada de vegetação, poluição das águas e solos, perda da biodiversidade, descarte inadequado de resíduos sólidos, erosão, assoreamento de rios e córregos, inundações e outros impactos negativos ocasionados nos espaços urbanos advém da expansão e uso das terras deficitária em planejamento e projeções das consequências das ações para o futuro (Dill, 2007).

### **3.2 Planejamento Ambiental Urbano e Crescimento Urbano**

O planejamento ambiental urbano está intrinsecamente relacionado à forma como a sociedade organiza o espaço, considerando os impactos que a urbanização gera sobre o meio ambiente (Shi, Kaifang *et al.*, 2023). Desde a Grécia Antiga até a Revolução Industrial, diversas formas de ocupação foram concebidas com base em fatores estéticos, religiosos, estruturais e socioeconômicos (Santos, 2004). Entretanto, com o avanço das cidades e a intensificação das pressões antrópicas, surgiu a necessidade de um planejamento que integre o desenvolvimento urbano com a conservação ambiental (Araújo, 2024).

De maneira geral, o planejamento ambiental pode ser entendido como o processo sistemático que visa promover o desenvolvimento sustentável, por meio do equilíbrio entre crescimento econômico, conservação da biodiversidade e minimização de impactos ecológicos (Santos; Ferreira, 2011). Este tipo de planejamento busca prever e mitigar possíveis desequilíbrios ambientais, promovendo a gestão racional dos recursos naturais.

Quando voltado ao ambiente urbano, o planejamento ambiental assume um caráter ainda mais estratégico. Ele contempla não apenas os aspectos ecológicos, mas também sociais e econômicos, orientando políticas públicas voltadas à qualidade de vida, ao microclima urbano, à disponibilidade de áreas verdes e à resiliência das cidades frente a eventos climáticos extremos (Santos; Ferreira, 2011; Araújo, 2024).

Entretanto, historicamente, o planejamento urbano no Brasil desconsiderou a integração entre cidade e natureza, limitando-se a delimitações físicas do território construído. Essa separação dificulta a avaliação dos efeitos do crescimento urbano sobre os ecossistemas e impede a construção de soluções sustentáveis (Santos, 2004, Figueiredo *et al.*, 2020).

O crescimento urbano refere-se à expansão da população, da infraestrutura e da ocupação territorial das cidades (Angel, 2023). Esse processo é influenciado por fatores como industrialização, migração, políticas públicas e investimentos em infraestrutura (Pacione,

2009). Além de representar um indicativo de progresso econômico, o crescimento das cidades também gera importantes transformações na paisagem e no funcionamento urbano.

Segundo a URI (2021), esse crescimento pode se manifestar de duas formas principais: o crescimento horizontal, caracterizado pela expansão das cidades por meio da criação de novos bairros e loteamentos, muitas vezes ultrapassando os limites municipais; e o crescimento vertical, com a construção de edifícios e o adensamento das áreas centrais.

Com o avanço das cidades, surgem novos desafios para a gestão urbana, tais como a pressão sobre os recursos naturais, a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, e a ocorrência de externalidades negativas (Polidori, 2005). Conforme argumentam Gottdiener *et al.* (2015), as cidades modernas são impulsionadas por interesses econômicos e pelas demandas sociais, o que reforça sua função como “máquinas de crescimento”.

### **3.3 Uso e Cobertura da Terra**

A cobertura e o uso da terra são conceitos fundamentais para a compreensão das interações entre a sociedade e o ambiente natural. Enquanto a cobertura da terra diz respeito aos elementos naturais ou antrópicos que recobrem a superfície, como vegetação, corpos d'água e áreas construídas, o uso da terra refere-se às atividades humanas desenvolvidas sobre ela, como agricultura, pastagem, áreas urbanas ou conservação (IBGE, 2013).

De acordo com Anderson *et al.* (1979), o uso da terra compreende o conjunto de atividades humanas com o objetivo de obter benefícios da superfície terrestre. Já a cobertura da terra envolve os componentes físicos, como florestas, corpos d'água, áreas urbanizadas e campos agrícolas. Essas informações são essenciais para o mapeamento ambiental, a análise de paisagens e o planejamento territorial (Bie *et al.*, 1996; IBGE, 2016).

Com o crescimento das cidades, é comum a substituição da cobertura vegetal por superfícies impermeáveis, o que gera consequências como enchentes, ilhas de calor, perda de biodiversidade e ocupações irregulares em APPs (Moroz & Thieken, 2024). Muitas metrópoles brasileiras enfrentam desafios relacionados à urbanização acelerada, como a precarização das moradias, ausência de saneamento e degradação ambiental (Lima; Fonseca-Salazar & Campo, 2023).

O avanço das técnicas de sensoriamento remoto e dos algoritmos de classificação automática tem ampliado a capacidade de monitoramento ambiental em escala regional e nacional. No Brasil, iniciativas como o MapBiomas demonstram a aplicabilidade de classificadores supervisionados e redes de aprendizado de máquina para gerar séries históricas padronizadas de uso e cobertura da terra, com elevada consistência temporal e espacial (MAPBIOMAS, 2025). Esses métodos automatizados permitem a identificação de

mudanças na paisagem com maior precisão e rapidez, reduzindo subjetividades inerentes às interpretações manuais e favorecendo análises comparativas entre diferentes períodos e unidades territoriais.

Os mapeamentos do MapBiomias são produzidos a partir de imagens Landsat, que possuem resolução espacial de 30 metros, permitindo identificar padrões de uso e cobertura da terra com elevado grau de detalhamento para estudos em escala municipal, regional e estadual. Essa resolução possibilita a distinção de feições como manchas urbanas, áreas agrícolas, cursos d'água, florestas e formações savânicas, permitindo análises consistentes sobre fragmentação, conectividade e conversão do uso da terra (MAPBIOMAS, 2025). Portanto, o monitoramento e a análise da cobertura e uso da terra, com o auxílio de geotecnologias, são fundamentais para subsidiar políticas públicas de gestão ambiental urbana e para promover o uso racional do território (IBGE, 2016).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Áreas de estudo**

Neste estudo foram comparadas 2 bacias hidrográficas inseridas no estado de São Paulo com características semelhantes, como população total, área geográfica, porém com vocações econômicas distintas.

A bacia hidrográfica do rio Tietê-Jacaré, inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 13, está localizada na região central do estado de São Paulo e abrange uma área de drenagem de aproximadamente 11.779 km<sup>2</sup> (Figura 1). Esta unidade compreende total ou parcialmente 34 municípios, entre os quais se destacam Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú, centros urbanos com relevante influência econômica e populacional. A população estimada da bacia é de cerca de 1.462.855 habitantes (São Paulo, 2020).

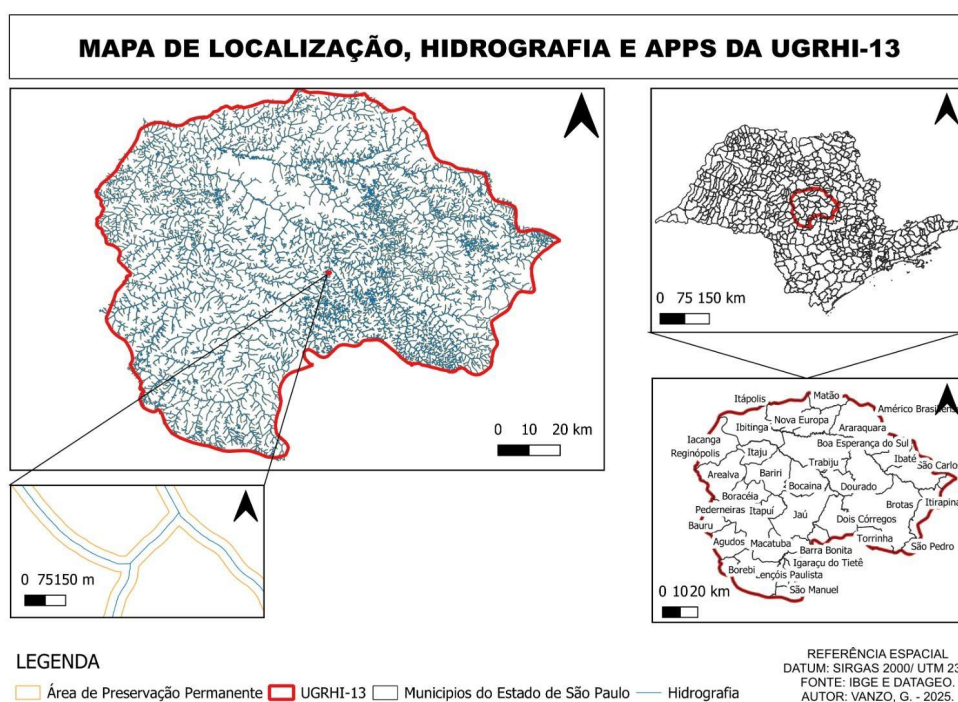
Os principais cursos d'água dessa bacia são os rios Tietê, Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, sendo que o rio Tietê percorre cerca de 150 km dentro da UGRHI-13, entre as usinas hidrelétricas de Barra Bonita e Ibitinga.

A economia regional é predominantemente agroindustrial, com ênfase na produção de açúcar, álcool e derivados cítricos, o que reforça o uso intensivo da terra rural. A bacia conta ainda com oito Unidades de Conservação (UCs), distribuídas entre as categorias Área de Proteção Ambiental (APA), Estação Ecológica, Floresta Estadual (FE) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (SIGRH, 2024).

No que se refere à cobertura vegetal remanescente, aproximadamente 14% da área da bacia está coberta por formações de Floresta Estacional Semidecidual e Savana, remanescentes do bioma Mata Atlântica. O substrato geológico da região apresenta formações rochosas com idades que variam do Mesozóico ao Cenozóico, predominando solos como Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas, Solos Litólicos, Cambissolos e Planossolos (SIGRH, 2024).

A Figura 1 apresenta a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 13 (UGRHI-13), localizada no estado de São Paulo, destacando sua configuração territorial, rede hidrográfica e APPs associadas aos corpos hídricos.

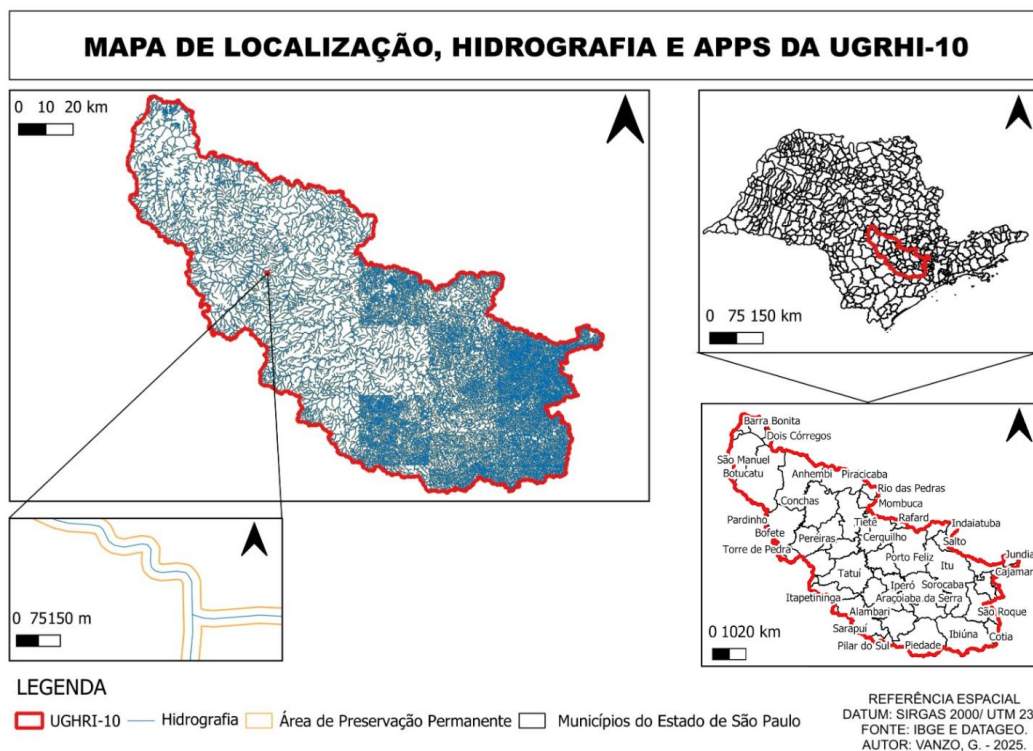
**Figura 1 - Mapa de localização, distribuição hidrográfica e APP's da UGRHI-13**



**Fonte: Autoria própria, 2025.**

Já a UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê possui uma área de drenagem de aproximadamente 5.270 km<sup>2</sup>, situada na região centro-sudeste do estado de São Paulo. A unidade abrange total ou parcialmente 35 municípios, dos quais 28 são diretamente drenados pelo rio Sorocaba, curso d'água de expressiva importância hídrica e socioeconômica regional. Com sua configuração territorial, rede hidrográfica e Áreas de Preservação Permanente (APPs) sendo apresentada na Figura 2.

**Figura 2 - Mapa de localização, distribuição hidrográfica e APP's da UGRHI - 10**



**Fonte: Autoria própria, 2025.**

A cobertura vegetal remanescente na Bacia do Sorocaba – Médio Tietê é composta por fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa, totalizando 23,4% da área da UGRHI (São Paulo, 2020), o que representa um nível mais elevado de vegetação nativa em comparação à UGRHI-13.

A UGRHI-10 apresenta uma economia regional fortemente industrializada, com destaque para os setores metalúrgico, mecânico, eletroeletrônico, químico, alimentício e de papel e celulose, concentrados em municípios como Sorocaba, Votorantim e Itu. Além disso, a agropecuária é relevante, com produção de cana-de-açúcar, hortaliças, batata e áreas de reflorestamento (SIGRH, 2024). A presença da Hidrovia Tietê-Paraná favorece o escoamento da produção regional. No entanto, esse dinamismo econômico intensifica a pressão sobre os recursos hídricos, gerando conflitos de uso e riscos à qualidade da água (São Paulo, 2020; SIGRH, 2024).

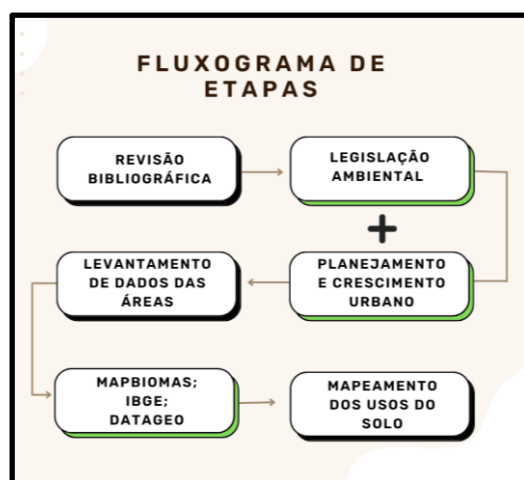
A região abriga 22 Unidades de Conservação, classificadas nas categorias APA, Estação Ecológica (Esec), Floresta Nacional (Flona), Monumento Natural (MoNa), Parque Estadual (PE), Parque Natural Municipal (PNM) e RPPN (SIGRH, 2024), evidenciando um mosaico de esforços de conservação. Geologicamente, a bacia apresenta formações de idade que variam do Pré-Cambriano ao Cenozoico, com destaque para unidades estratigráficas como o Embasamento Cristalino, Grupo Tubarão, Grupo Passa Dois, Grupo São Bento,

Grupo Bauru e Sedimentos Cenozóicos (IPT, 2005), que contribuem para a diversidade de solos e uso do território.

## 4.2 Etapas metodológicas

O presente trabalho utilizou de uma abordagem qualitativa da legislação ambiental brasileira, interpretando e verificando a relação entre a proteção da vegetação nativa e a legislação nacional comparando duas bacias hidrográficas. Também, através da análise de produções científicas, interpretou sobre o crescimento urbano considerando as atividades econômicas de cada uma das regiões e suas características. E, por fim, resultando do manejo das imagens de satélite ao longo dos anos (2012, 2017 e 2023) do *software* online MapBiomias e ferramenta de sistema de informação geográfica QGIS 3.34, gerou-se a produção de mapas ilustrativos que possibilitam a visualização da evolução do uso da terra em ambos locais de interesse e das áreas de preservação de permanente, possibilitando constatar o alinhamento com a legislação vigente. A pesquisa se desenvolveu de acordo com as etapas apresentadas na Figura 3 e que serão descritas a seguir.

**Figura 3 - Fluxograma de Etapas**



Fonte: Autoria própria, 2025.

### 4.2.1 Revisão Bibliográfica

Foi realizada uma revisão bibliográfica ampla, com o objetivo de identificar artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos que subsidiam as análises e a contextualização da pesquisa. As buscas bibliográficas foram conduzidas por meio do Google Acadêmico. Também foram levantadas as legislações ambientais que tratam das áreas de

proteção e preservação ambiental de modo a embasar a avaliação do efeito destas legislações ao longo do tempo na vegetação das APPs das duas UGRHIs estudadas.

#### **4.2.2 Dados Utilizados**

No presente trabalho para a produção dos mapas, foi utilizada a coleção 9 do MapBiomas, a qual fornece séries históricas anuais de dados de classificação de uso e cobertura da terra em todo o território brasileiro. Esta coleção foi produzida com uso de imagens de satélite com resolução de 30 metros dos anos de 2012, 2017 e 2023, visando avaliar as mudanças no uso da terra, em especial das áreas de preservação permanente ao longo do tempo e em relação às legislações significativas que foram introduzidas ou alteradas ao longo dos anos escolhidos.

#### **4.2.3 Análise de Dados**

Para o estudo foi utilizada a base de dados do projeto MapBiomas, coleção 9, para as bacias hidrográficas do rio Tietê-Jacaré (UGRHI-13) e do rio Sorocaba/Médio Tietê (UGRHI-10), entre os anos de 2012, 2017 e 2023. E também o software QGIS para a integração de dados e análises.

A análise foi conduzida por meio de um recorte espacial correspondente ao limite oficial das UGRHIs 10 e 13, conforme definido pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – SIGRH (São Paulo, 2020). A delimitação foi realizada no software QGIS 3.34, utilizando os arquivos vetoriais das bacias em formato shapefile, projeção *Universal Transversa de Mercator* e DATUM SIRGAS 2000 UTM 23S disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo SIGRH. Em seguida, os dados de uso e cobertura da terra foram extraídos a partir das imagens do MapBiomas, considerando os anos de 2012, 2017 e 2023.

Para a identificação das APPs, adotou-se o critério legal estabelecido pela Lei de Proteção a Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012), considerando APPs ao longo dos cursos d'água com largura mínima de 30 metros, conforme exigido para rios com até 10 metros de largura (Brasil, 2012). A delimitação dessas áreas foi realizada automaticamente no QGIS, a partir das hidrográficas das bacias e aplicação de *buffers* com base nas faixas legais de preservação.

Após a identificação das APPs, foi feita a interseção espacial com os dados de uso da terra do MapBiomas, a fim de classificar as áreas protegidas conforme os tipos de cobertura

predominantes: vegetação nativa, uso agropecuário, áreas urbanas, corpos hídricos ou áreas antropizadas diversas.

Ademais, posteriormente, a fim de obter-se a porcentagem do uso e ocupação da terra dos raster, foi utilizada a ferramenta do QGIS para realizar o processo. Através da ferramenta “r.report” foi possível encontrar o número de pixels de cada classe, e considerando a resolução de cada raster, foi feita a identificação do valor da área urbanizada, e comparado entre os anos para verificar se houve alinhamento com a legislação vigente.

Os resultados obtidos foram comparados entre os anos estudados para cada bacia, permitindo a análise temporal das transformações e a quantificação do grau de preservação, recuperação ou degradação dessas áreas.

A análise comparativa entre as duas bacias realizou-se com base em métricas como a porcentagem de APPs ocupadas por vegetação nativa, a taxa de conversão de uso da terra em APPs e o avanço ou recuo de áreas antrópicas sobre áreas legalmente protegidas. A partir disso, tornou-se possível discutir a efetividade das políticas públicas de conservação em ambas as regiões e os possíveis reflexos das mudanças legais na paisagem.

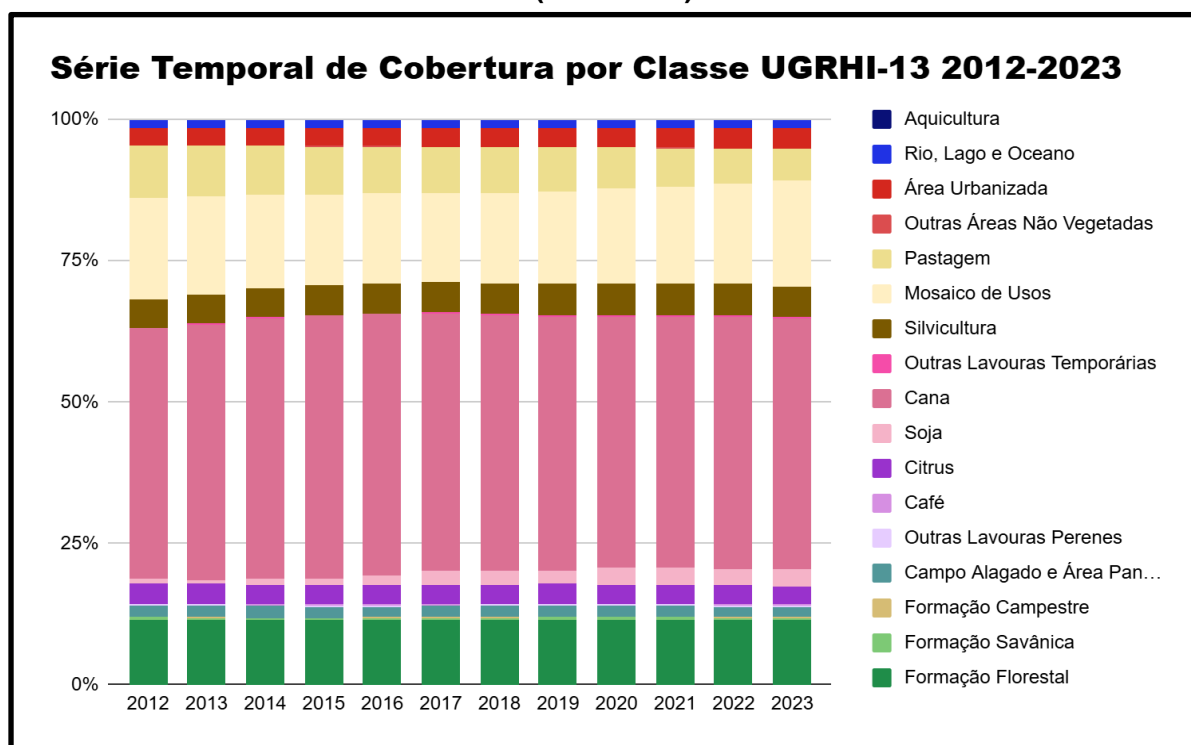
## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.1 Análise Temporal das Bacias Hidrográficas**

A análise temporal dos mapas de uso e ocupação da terra para os anos de 2012, 2017 e 2023 revela diferenças na dinâmica ambiental das UGRHI-10 (Sorocaba/Médio-Tietê) e UGRHI-13 (Tietê/Jacaré), especialmente no que se refere às APPs associadas a rios, lagos e formações naturais adjacentes.

Para a UGRHI 13 (Gráfico 1), em 2012, a classe agropecuária representava 81,3% das APPs, enquanto as áreas de floresta nativa correspondiam a apenas 11,9%, com área não vegetada (3,1%) e vegetação herbácea e arbustiva (2,2%) completando o restante. Esse quadro confirma a forte pressão agroindustrial sobre as margens dos cursos d’água, típica de uma região cuja economia baseia-se na produção de açúcar, etanol e citricultura (São Paulo, 2020).

**Gráfico 1 - Série Temporal de Cobertura de Uso da Terra por Classe na UGRHI-13 (2012-2023)**



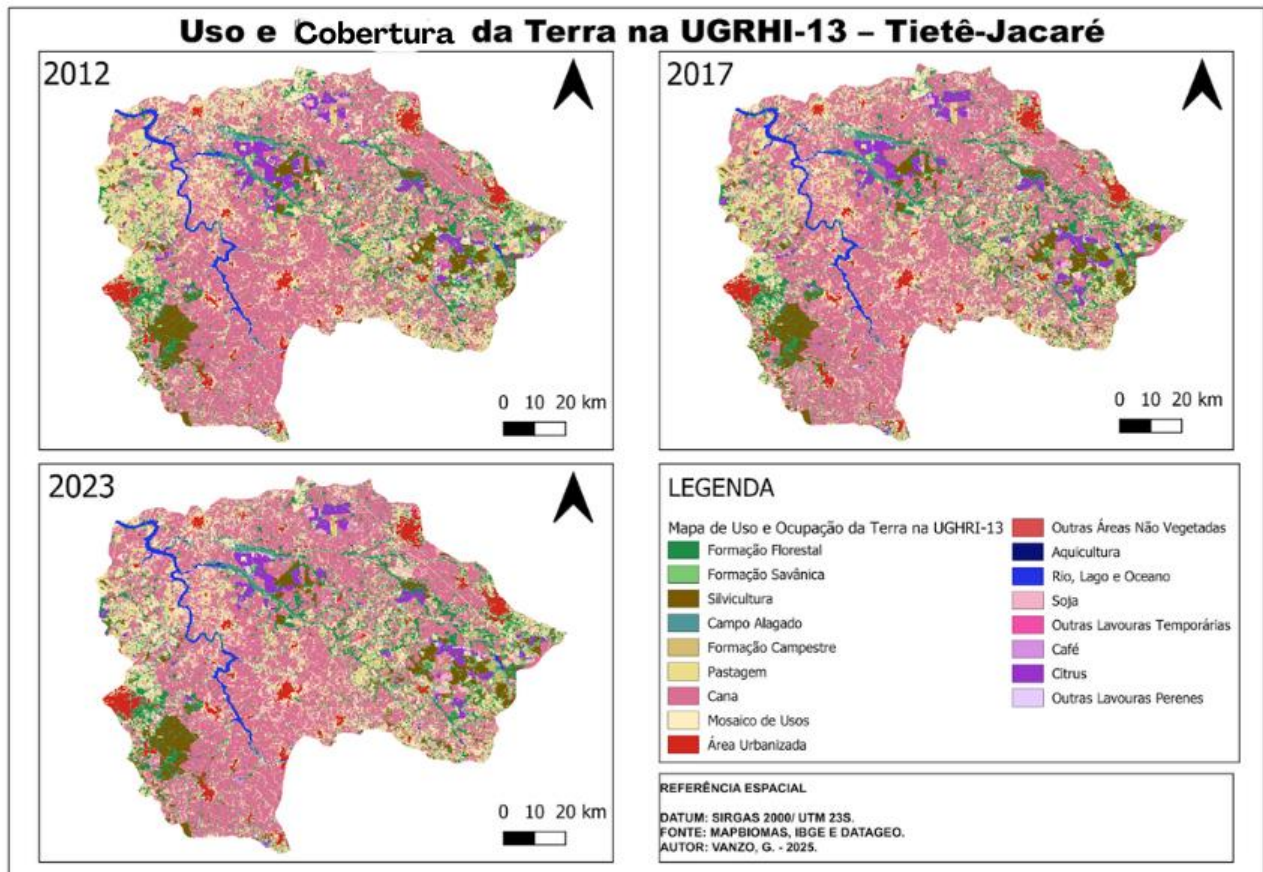
**Fonte: Mapbiomas (2012-2023, Coleção 9, Nível 4).**

Em relação às políticas públicas, com a aprovação da Legislação Florestal - Lei n.º 12.651/2012 (Brasil, 2012) e programas estaduais (por exemplo, Programas Nascentes) criaram mecanismos legais e incentivos para recomposição de vegetação em áreas prioritárias. Os dados espaciais sugerem que, mesmo após 2012, persistem áreas com composição antropizada nas faixas de preservação — o que indica limitações de implementação e/ou efetividade das políticas públicas no território estudado. Essa interpretação está em consonância com análises regionais que apontam persistência de supressão e fragmentação de APPs em contextos de pressão agrícola e urbana (Chaves *et al.*, 2023). Ademais, estudos apontam que a restauração de vegetação em áreas agrícolas é limitada pela fragmentação e pela baixa conectividade entre remanescentes (Daunt *et al.*, 2021).

A persistência de uso antrópico em APPs reduz a efetividade ecológica dessas faixas ripárias, comprometendo a infiltração, a retenção de sedimentos e a manutenção da qualidade da água (Lourenço *et al.*, 2022). Ademais, a substituição da vegetação por culturas intensivas como a cana-de-açúcar agrava a compactação do solo e o escoamento superficial, aumentando o risco de assoreamento e contaminação difusa (Silva *et al.*, 2020).

Os dados processados indicam pressões sobre as APPs da bacia Tietê-Jacaré, com forte presença de usos agropecuários (cana, pastagem) em 2012 e uma aparente evolução para maior participação de classes “mosaico” e urbanas em 2017/2023. Portanto, esta análise indica necessidade de políticas regionais integradas de restauração e governança ambiental para garantir a função ecológica das APPs.

**Figura 4 - Uso e Ocupação da Terra na UGRHI-13**



**Fonte: Autoria própria, 2025.**

Como descrito anteriormente, na UGRHI-13, em 2012 (Figura 3), a paisagem é amplamente dominada pela cana-de-açúcar, confirmando o perfil agroindustrial consolidado da região. Há presença de formações florestais principalmente no setor sul e fragmentos dispersos no centro-norte. As APPs associadas ao rio Tietê e seus afluentes aparecem como corredores relativamente contínuos, com faixas vegetadas desempenhando importante função ecológica. Contudo, a predominância da agricultura extensiva já indica um ambiente com grande pressão antrópica.

Em 2017, a expansão agrícola torna-se ainda mais evidente na UGRHI-13. As áreas de cana-de-açúcar e outras lavouras temporárias avançam sobre remanescentes naturais,

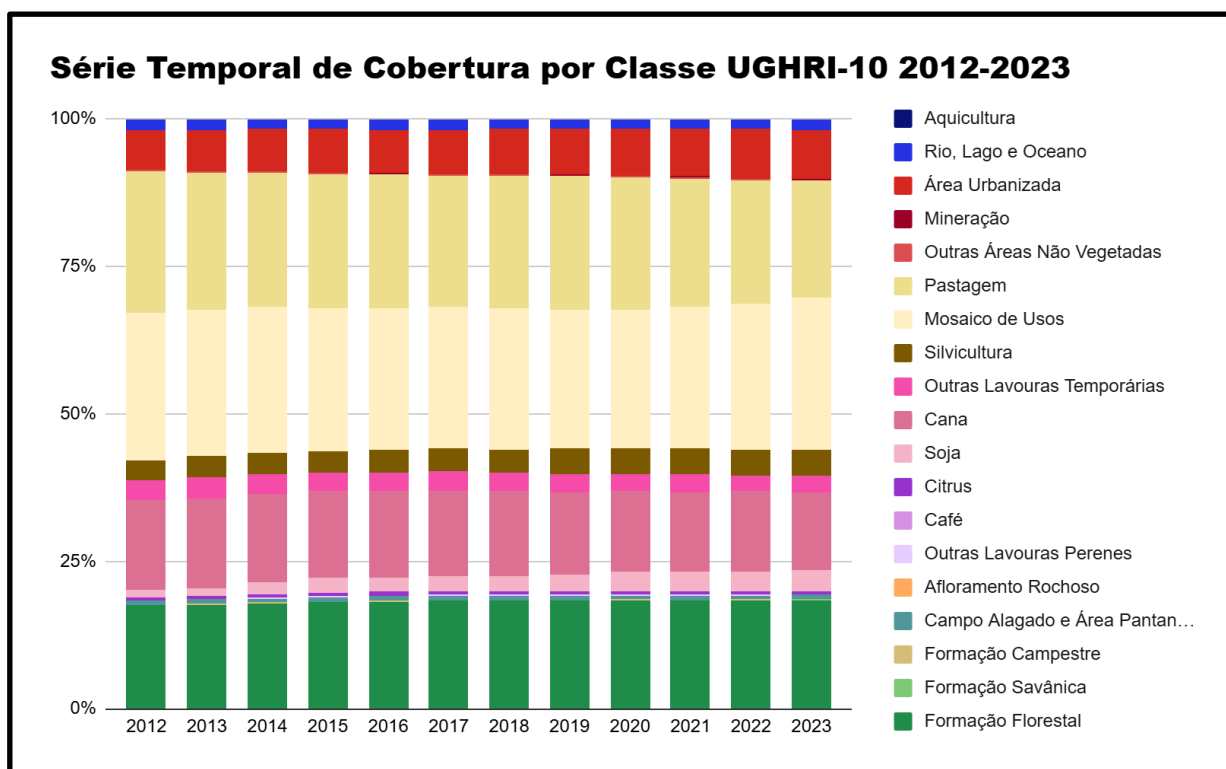
que passam a apresentar maior grau de fragmentação. Setores que em 2012 apresentavam vegetação associada às APPs demonstram estreitamento das faixas vegetais, resultante da proximidade crescente com usos agropecuários intensivos. A silvicultura e as pastagens também aumentam sua presença, contribuindo para a reorganização do território e para a redução da conectividade ecológica entre fragmentos (Braz *et al.*, 2025). Ao contrário da UGRHI-10, a urbanização tem crescimento modesto e não se apresenta como principal vetor de impacto sobre as APPs; o setor agrícola permanece como principal agente de transformação.

Em 2023, os mapas mostram que a matriz agrícola dominante na UGRHI-13 se consolida ainda mais. A cana-de-açúcar ocupa áreas maiores e mais contínuas, reforçando a homogeneização da paisagem. Os remanescentes florestais diminuem ainda mais em extensão e complexidade, e a vegetação associada às APPs aparece mais fragmentada e com faixas menos desenvolvidas em vários trechos do sistema hídrico. Embora pequenas áreas de regeneração ou manutenção florestal sejam observadas, elas não compensam a perda geral de cobertura nativa. Assim, essa unidade de gestão apresenta tendência persistente de redução das áreas naturais e intensificação das pressões sobre as APPs, evidenciando um cenário de vulnerabilidade ambiental crescente.

Enquanto isso, a UGRHI-10 apresentou, em 2012 (Gráfico 2), 72,9% de áreas agropecuárias, 17,5% de florestas e 7% de áreas urbanizadas ou não vegetadas. No intervalo de 2012 a 2023, verificou-se crescimento gradual da cobertura florestal (de 255 mil ha para cerca de 270 mil ha), acompanhado por aumento expressivo da área urbanizada, que passou de 99 mil ha para 122 mil ha, conforme os registros do MapBiomias.

A expansão urbana observada se concentra nos municípios de Sorocaba, Itu e Votorantim, refletindo o processo de industrialização regional e a consequente ocupação de áreas ambientalmente sensíveis (São Paulo, 2020), devido às atividades econômicas locais. Esse avanço urbano é identificado na literatura ao analisar as cidades médias que se consolidam como pólos de crescimento econômico, mas também como vetores de degradação de APPs periurbanas (Gottdiener *et al.*, 2015).

**Gráfico 2 - Série Temporal de Cobertura de Uso da Terra por Classe na UGRHI-10 (2012-2023)**

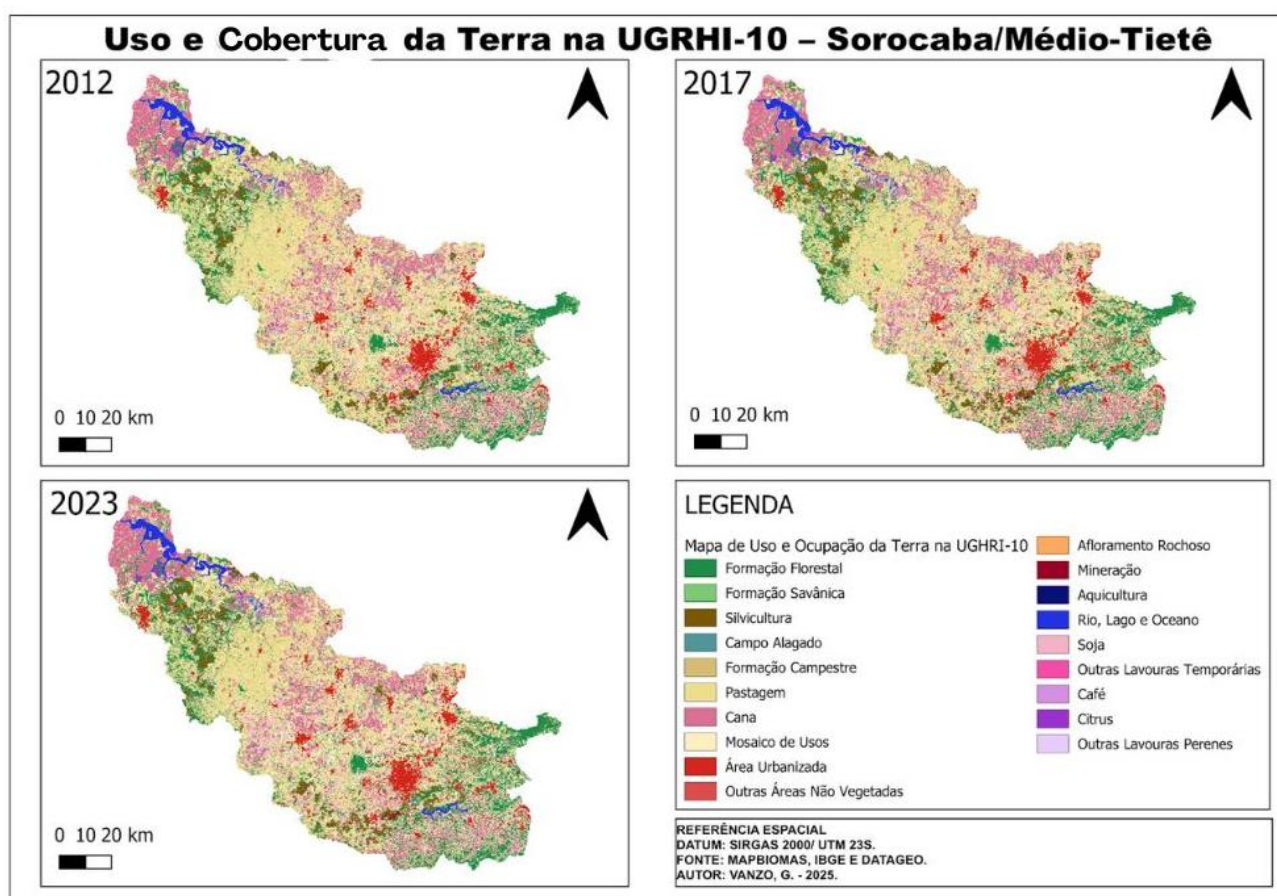


**Fonte: Mapbiomas (2012-2023, Coleção 9, Nível 4).**

Apesar do crescimento urbano, a manutenção e até o ligeiro aumento da cobertura florestal sugerem o êxito parcial das políticas de recuperação e manejo ambiental implementadas pelo estado de São Paulo, notadamente o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) e o Programa Nascentes, que priorizam áreas de recarga hídrica e corredores ecológicos (São Paulo, 2017). Estudos recentes indicam que programas de restauração integrados a políticas de recursos hídricos têm maior efetividade quando associam incentivos econômicos e fiscalização ativa (Silva *et al.*, 2020).

Na UGRHI-10 (Figura 5), observa-se que, em 2012, o território apresentava grande heterogeneidade de usos, marcada por extensas áreas de mosaico agropecuário e formações campestres, além da presença ainda expressiva de vegetação nativa, como formações florestais e savânicas distribuídas de maneira fragmentada. As APPs aparecem relativamente contínuas ao longo dos principais cursos d'água, com trechos de vegetação associados ao regime hídrico desempenhando papel importante na conectividade ecológica da bacia. A urbanização já era significativa, embora concentrada em pólos específicos e com menor pressão direta sobre as APPs.

Figura 5 - Uso e Ocupação da Terra na UGRHI-10



Fonte: Autoria própria, 2025

Em 2017, a UGRHI-10 exibe sinais de intensificação dos usos antrópicos. Nota-se uma redução perceptível das formações naturais, com substituição por áreas de silvicultura, pastagens e lavouras em diferentes setores da bacia. As áreas de cana-de-açúcar e outras culturas temporárias avançam sobre fragmentos vegetacionais, enquanto alguns trechos de APP passam a apresentar maior proximidade com usos agropecuários, indicando pressão crescente sobre essas áreas sensíveis. Apesar disso, a estrutura geral das APPs ainda se mantém relativamente preservada, embora com maior fragmentação e redução da vegetação adjacente em certos trechos.

No ano de 2023, a UGRHI-10 demonstra tendência de estabilização ambiental e até sinais de recuperação de áreas naturais. Algumas formações florestais e savânicas voltam a apresentar continuidade em regiões específicas, possivelmente em razão de regeneração secundária ou ações de restauração ambiental. As APPs ao longo dos rios aparecem mais definidas e com menor interferência direta de usos urbanos ou agrícolas imediatos. A expansão urbana contínua, mas ocorre, sobretudo nas bordas previamente antropizadas, sem

avanços significativos sobre as APPs. O resultado geral indica um cenário em que, embora haja forte pressão humana, o território mantém relativa capacidade de recuperação e conservação dos elementos naturais.

A bacia do Sorocaba/Médio Tietê, portanto, demonstra um cenário mais equilibrado entre conservação e uso antrópico, ainda que a urbanização crescente continue representando ameaça potencial às funções ecológicas das APPs. Assim, representando na prática possivelmente a teoria da transição Florestal (Bicudo da Silva *et al.*, 2023).

Comparando ambas as UGRHIs e o período total analisado, percebe-se que, de forma geral, 2012 a 2017 representa um intervalo de forte expansão agrícola e redução de vegetação em ambas as unidades. No entanto, entre 2017 e 2023, as trajetórias divergem: enquanto a UGRHI-10 apresenta sinais de estabilização e até leve recuperação das formações naturais, a UGRHI-13 mantém a expansão agroindustrial, resultando em maior fragmentação e redução de vegetação ciliar. As APPs permanecem contínuas em ambos os territórios, mas sua qualidade ecológica diverge; a UGRHI-10 demonstra maior resiliência e manutenção da integridade ambiental, enquanto a UGRHI-13 evidencia estreitamento e maior exposição a riscos ambientais, como erosão, assoreamento e perda de biodiversidade. Em síntese, a análise revela que, apesar da pressão humana significativa em ambas as bacias, o comportamento ambiental das APPs e das áreas naturais depende diretamente da dinâmica regional e da intensidade dos usos agrícolas e urbanos, implicando necessidades distintas de gestão e conservação.

## **5.2 Análise Temporal das Áreas de Preservação Permanente**

O presente tópico apresenta uma análise descritiva e comparativa dos dados de uso e cobertura da terra nas APPs das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 13 e 10, referentes aos anos de 2012, 2017 e 2023. Os mapas foram confeccionados com base na Coleção 9 do MapBiomass, garantindo padronização metodológica e comparabilidade temporal. Assim, para melhor visualização e análise foi realizado o recorte espacial da região dos municípios de Arealva (SP) para a UGRHI-13 e Tietê (SP) para UGRHI-10.

### **5.2.1 UGRHI 13**

No ano de 2012 (Tabela 1), observa-se que a matriz de uso no entorno e interior das APPs da UGRHI 13 é amplamente dominada por atividades agropecuárias, notadamente a

cana-de-açúcar e pastagens. O predomínio da agricultura intensiva caracteriza uma paisagem profundamente antropizada, com fragmentos restritos de vegetação nativa, distribuídos de forma esparsa e desconectada

Essas características indicam um grau reduzido de integridade ecológica das APPs, situação típica das regiões de produção sucroenergética do interior paulista, onde ciclos sucessivos de expansão agrícola historicamente substituíram grande parte da cobertura nativa. A fragmentação identificada pode comprometer a funcionalidade dessas áreas, uma vez que corredores ecológicos são essenciais para movimentos de fauna, fluxo gênico e estabilidade dos ecossistemas ripários.

**Tabela 1 - Uso e Cobertura da terra na UGRHI 13 em 2012**

<b>CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA</b>			
<b>Código</b>	<b>Classe (Coleção 9)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valores em porcentagem (%)</b>
46	Café	76.451	0,01
25	Outras Áreas Não Vegetadas	106.040	0,02
41	Outras Lavouras Temporárias	350.121	0,06
39	Soja	450.845	0,07
12	Formação Campestre	546.407	0,09
48	Outras Lavouras Perenes	691.216	0,11
47	Citrus	2.769.109	0,45
4	Formação Savânica	4.715.026	0,76
24	Área Urbanizada	6.552.798	1,06
9	Silvicultura (Floresta Plantada)	9.336.264	1,51
33	Corpo d'Água (Rio, Lago e Oceano)	26.764.379	4,32
15	Pastagem	35.577.988	5,74
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	63.632.428	10,27
20	Cana	70.045.960	11,30
21	Mosaico de Usos (Agri + Pasto)	176.172.823	28,43
3	Formação Florestal	221.838.852	35,80
	Total	619.626.707	100,00

**Fonte: Mapbiomas Coleção 9 (2012)**

Em 2017 (Tabela 2), o padrão de uso permanece semelhante no interior e entorno da APPs, porém com indícios de expansão da cana-de-açúcar sobre áreas anteriormente ocupadas por pastagens, indicando intensificação do uso agroindustrial. Observa-se também maior presença de áreas classificadas como “mosaicos de usos”, que são os diversos usos da agricultura, refletindo rearranjos das áreas produtivas, mas não necessariamente melhorias ambientais.

A vegetação nativa permanece escassa, sem evidências de regeneração ou ações de restauração ecológica. Essa persistência demonstra baixa efetividade de mecanismos de recomposição natural e sugere ausência de políticas ambientais robustas aplicadas localmente.

**Tabela 2 - Uso e Cobertura da terra na UGRHI 13 em 2017**

<b>CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA</b>			
<b>Código</b>	<b>Classe (Coleção 9)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valores em porcentagem (%)</b>
46	Café	140.334	0,02
25	Outras Áreas Não Vegetadas	175.723	0,03
41	Outras Lavouras Temporárias	292.174	0,05
12	Formação Campestre	695.709	0,11
48	Outras Lavouras Perenes	834.344	0,13
39	Soja	2.302.116	0,37
47	Citrus	2.765.855	0,45
4	Formação Savânica	4.265.180	0,69
24	Área Urbanizada	6.856.473	1,11
9	Silvicultura (Floresta Plantada)	10.474.367	1,69
33	Corpo d'Água (Rio, Lago e Oceano)	25.730.101	4,15
15	Pastagem	32.061.379	5,17
20	Campo Alagado e Área Pantanosa	64.696.029	10,44
11	Cana	64.689.480	10,44
21	Mosaico de Usos (Agri + Pasto)	172.842.687	27,89
3	Formação Florestal	230.803.259	37,25
	Total	619.625.210	100,00

**Fonte: Mapbiomas Coleção 9 (2017)**

Em 2023 (Tabela 3), confirma-se a consolidação da atividade agrícola intensiva na paisagem. A cana-de-açúcar permanece como principal uso nas áreas marginais aos cursos d'água, enquanto as pastagens tornam-se ainda menos representativas. Surgem novas áreas de culturas perenes, porém sem impacto positivo sobre a conectividade ecológica.

A vegetação nativa continua fortemente fragmentada, indicando que, ao longo da série temporal analisada, não houve recuperação significativa da cobertura natural nas APPs. Esse cenário mantém as áreas vulneráveis a processos erosivos, perda de solo, assoreamento e redução da qualidade da água, conforme já discutido por autores especializados na dinâmica de bacias hidrográficas intensamente cultivadas.

**Tabela 3 - Uso e Cobertura da terra na UGRHI 13 em 2023**

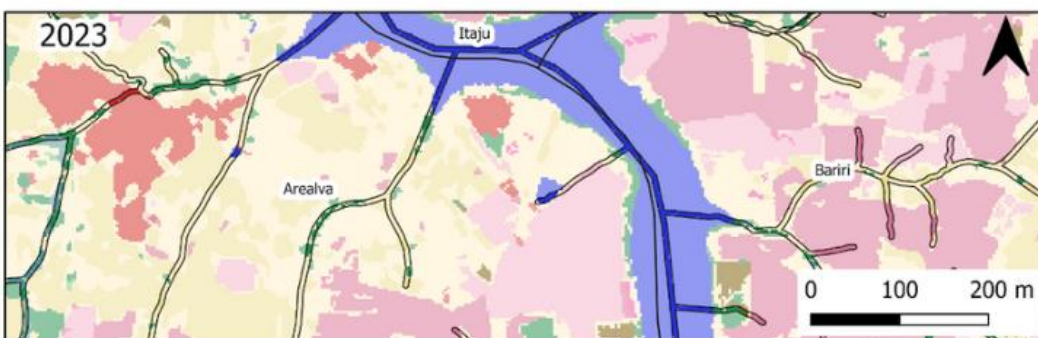
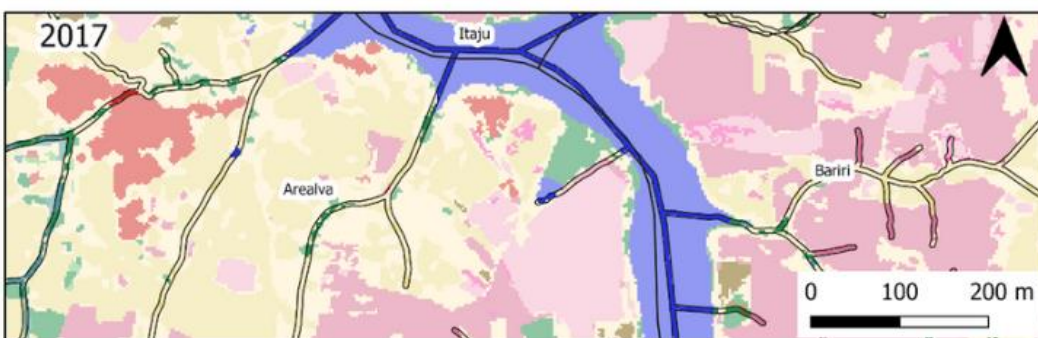
<b>CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA</b>			
<b>Código</b>	<b>Classe (Coleção 9)</b>	<b>Área (m²)</b>	<b>Valores em porcentagem (%)</b>
46	Café	158.598	0,03
25	Outras Áreas Não Vegetadas	301.764	0,05
41	Outras Lavouras Temporárias	382.644	0,06
12	Formação Campestre	713.186	0,12
48	Outras Lavouras Perenes	891.585	0,14
47	Citrus	2.847.250	0,46
39	Soja	2.858.698	0,46
4	Formação Savânica	3.395.709	0,55
24	Área Urbanizada	7.248.739	1,17
9	Silvicultura (Floresta Plantada)	11.488.029	1,85
33	Corpo d'Água (Rio, Lago e Oceano)	26.258.231	4,24
15	Pastagem	27.132.983	4,38
20	Campo Alagado e Área Pantanosa	63.066.083	10,18
11	Cana	64.423.053	10,40
21	Mosaico de Usos (Agri + Pasto)	169.917.228	27,42
3	Formação Florestal	238.543.759	38,50
	Total	619.627.539	100,00

**Fonte: Mapbiomas Coleção 9 (2023)**

Portanto, o conjunto dos três anos analisados (Figuras 4 e Tabelas 1, 2 e 3) evidencia um cenário quase que proporcional à toda UGRHI e suas APPs, onde no interior destas APPs encontram-se grande pressão constante vinda da agricultura intensiva nas, sem avanços expressivos na recomposição da vegetação nativa e a conversão de áreas rurais permanece como principal elemento estruturante da paisagem, assim reforçando o alto grau de antropização histórica da região e características como, a integridade ecológica que permanece comprometida, aumentando as chances de ocorrência de impactos hidrológicos negativos, como assoreamento e perda de estabilidade das margens dos corpos hídricos (São Paulo, 2020).

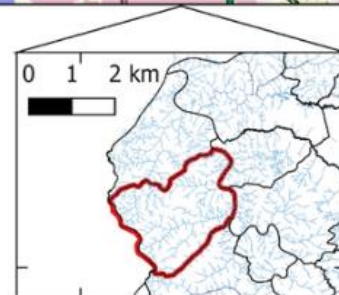
Figura 7 Comparação do Uso e Cobertura da Terra nas APPS na UGRHI-13

## COMPARAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS APPS NA UGRHI 13



### LEGENDA

- |   |                                |  |                             |
|---|--------------------------------|--|-----------------------------|
|   | Município de Arealva - SP      |  | Mosaico de Usos             |
|   | Área de Preservação Permanente |  | Área Urbanizada             |
| <b>Uso e Ocupação do Solo na UGRHI 13</b> |                                |  |                             |
|   | Formação Florestal             |  | Outras Áreas Não Vegetadas  |
|   | Formação Savânica              |  | Aquícultura                 |
|   | Silvicultura                   |  | Rio, Lago e Oceano          |
|   | Campo Alagado                  |  | Soja                        |
|   | Formação Campestre             |  | Outras Lavouras Temporárias |
|   | Pastagem                       |  | Café                        |
|   | Cana                           |  | Citrus                      |
|   |                                |  | Outras Lavouras Perenes     |



REFERÊNCIA ESPACIAL  
 DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
 FONTE: MAPBIOMAS, IBGE E DATAGEO.  
 AUTOR: VANZO G. - 2025

Organização do autor, 2025.

## 5.2.2 UGRHI 10

Em 2012 (Tabela 4), a UGRHI 10 apresentou maior quantidade de vegetação nativa preservada nas APPs, com presença destacada de formações florestais e savânicas. Essa condição pode indicar maior integridade ecológica, com conectividade mais evidente entre fragmentos.

**Tabela 4 - Uso e Cobertura da terra na UGRHI 10 em 2012**

<b>CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA DA UGRHI-10 EM 2012</b>			
<b>Código</b>	<b>Classe (Coleção 9)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valores em porcentagem (%)</b>
31	Aquicultura	11.515	0,00
46	Café	16.404	0,00
12	Formação Campestre	131.854	0,01
48	Outras Lavouras Perenes	159.384	0,01
4	Formação Savânica	174.217	0,02
47	Citrus	274.892	0,03
25	Outras Áreas Não Vegetadas	624.805	0,06
30	Mineração	1.122.163	0,10
39	Soja	1.565.967	0,15
9	Silvicultura (Floresta Plantada)	9.965.370	0,92
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	17.367.892	1,61
20	Cana	20.438.020	1,89
24	Área Urbanizada	25.235.470	2,34
41	Outras Lavouras Temporárias	28.303.728	2,62
33	Corpo d'Água (Rio, Lago e Oceano)	48.170.276	4,46
15	Pastagem	134.418.704	12,45
3	Formação Florestal	392.647.018	36,36
21	Mosaico de Usos (Agri + Pasto)	399.321.249	36,98
	Total	1.079.948.928	100,00

**Fonte: Mapbiomas Coleção 9 (2012)**

Apesar disso, já era notável a presença de usos agropecuários no entorno das APPs, especialmente cana e pastagem, além de áreas de aquicultura, típicas das margens do rio Tietê.

No ano de 2017 (Tabela 5), verifica-se processo de redução da vegetação nativa, substituída por pastagens, cana e outras áreas agropecuárias. O avanço da agricultura em direção às APPs de drenagens secundárias indica aumento das pressões antrópicas. Além disso, áreas classificadas como “outras áreas não vegetadas” tornam-se mais frequentes, sugerindo a ocorrência de impactos relacionados ao manejo inadequado do solo, desmatamento e processos erosivos.

Também, diferentemente da UGRHI 13, há a presença de áreas associadas à mineração, que tendem a gerar impactos diretos sobre o solo e a hidrologia local, contribuindo para degradação mais acelerada das APPs.

#### **Tabela 5 - Uso e Cobertura da terra na UGRHI 10 em 2017**

<b>CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA DA UGHRI-10 EM 2017</b>			
<b>Código</b>	<b>Classe (Coleção 9)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valores em porcentagem (%)</b>
31	Aquicultura	4.935	0,00
46	Café	22.992	0,00
12	Formação Campestre	107.941	0,01
4	Formação Savânica	111.465	0,01
47	Citrus	285.898	0,03
48	Outras Lavouras Perenes	351.961	0,03
25	Outras Áreas Não Vegetadas	831.275	0,08
30	Mineração	1.197.731	0,11
39	Soja	4.211.086	0,39
9	Silvicultura (Floresta Plantada)	12.553.394	1,16
20	Cana	18.601.097	1,72
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	18.761.583	1,74
41	Outras Lavouras Temporárias	26.994.028	2,50
24	Área Urbanizada	27.671.329	2,56
33	Corpo d'Água (Rio, Lago e Oceano)	45.791.486	4,24
15	Pastagem	120.561.990	11,16
21	Mosaico de Usos (Agri + Pasto)	382.467.844	35,42
3	Formação Florestal	419.426.823	38,84
	Total	1.079.954.858	100,00

**Fonte: Mapbiomas Coleção 9 (2017)**

Em 2023 (Tabela 6), a redução das áreas de vegetação nativa se intensifica, com predominância crescente da cana-de-açúcar e ampliação de atividades minerárias. Esse processo acarreta maior fragmentação da cobertura natural, comprometendo a conectividade ecológica e a resiliência dos ecossistemas ripários.

As alterações evidenciadas no período recente refletem dinâmica típica de bacias onde múltiplas pressões ambientais coexistem e se intensificam, resultando em rápida perda de integridade ecológica, conforme apontado em estudos sobre bacias urbanizadas e agroindustriais.

**Tabela 6 - Uso e Cobertura da terra na UGRHI 10 em 2023**

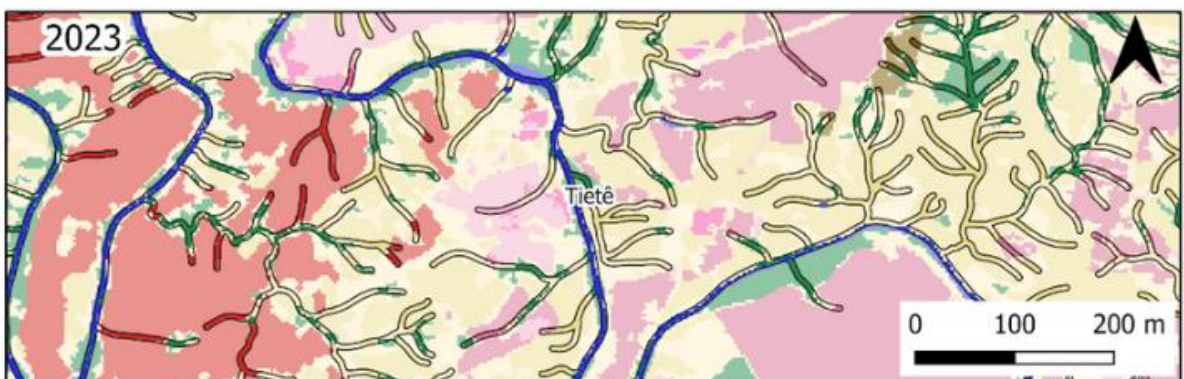
<b>CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA</b>			
<b>Código</b>	<b>Classe (Coleção 9)</b>	<b>Área (m²)</b>	<b>Valores em porcentagem (%)</b>
46	Café	34.506	0,00
31	Aquicultura	64.994	0,01
12	Formação Campestre	105.458	0,01
4	Formação Savânica	119.689	0,01
48	Outras Lavouras Perenes	271.574	0,03
47	Citrus	284.230	0,03
25	Outras Áreas Não Vegetadas	774.271	0,07
30	Mineração	1.482.763	0,14
39	Soja	5.725.906	0,53
9	Silvicultura (Floresta Plantada)	16.626.459	1,54
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	18.563.894	1,72
20	Cana	19.484.926	1,80
41	Outras Lavouras Temporárias	27.413.450	2,54
24	Área Urbanizada	29.372.357	2,72
33	Corpo d'Água (Rio, Lago e Oceano)	46.601.251	4,32
15	Pastagem	118.084.522	10,93
21	Mosaico de Usos (Agri + Pasto)	359.954.503	33,33
3	Formação Florestal	434.985.173	40,28
	Total	1.079.949.926	100,00

**Fonte: Mapbiomas Coleção 9 (2023)**

A UGRHI 10 apresenta um cenário de degradação progressiva, no qual a vegetação nativa perde espaço para agricultura, pastagens e mineração. Assim, a conectividade entre fragmentos ripários é comprometida.

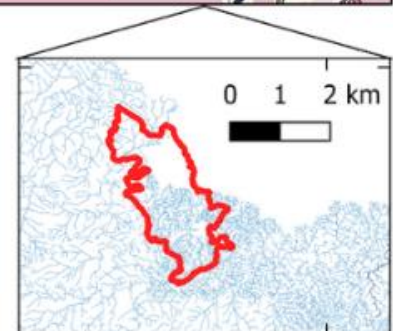
Figura 8 Comparação do Uso e Cobertura da Terra nas APPS na UGRHI-10

## COMPARAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS APPS NA UGRHI 10



### LEGENDA

- |   |                                |  |                             |
|---|--------------------------------|--|-----------------------------|
|   | Município de Tietê - SP        |  | Área Urbanizada             |
|   | Área de Preservação Permanente |  | Outras Áreas Não Vegetadas  |
| <b>Uso e Ocupação do Solo na UGRHI 10</b> |                                |  |                             |
|   | Formação Florestal             |  | Afloramento Rochoso         |
|   | Formação Savânica              |  | Mineração                   |
|   | Silvicultura                   |  | Aquicultura                 |
|   | Campo Alagado                  |  | Rio, Lago e Oceano          |
|   | Formação Campestre             |  | Soja                        |
|   | Pastagem                       |  | Outras Lavouras Temporárias |
|   | Cana                           |  | Café                        |
|   | Mosaico de Usos                |  | Citrus                      |
|   |                                |  | Outras Lavouras Perenes     |



REFERÊNCIA ESPACIAL  
 DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
 FONTE: MAPBIOMAS, IBGE E DATAGEO.  
 AUTOR: VANZO, G. - 2025.

### **5.2.3 Comparação entre as UGRHI 13 e 10**

Ambas as UGRHIs convergem para um cenário de baixa cobertura de vegetação nativa nas APPs, forte pressão agropecuária e risco ampliado de impactos hidrológicos e ecológicos. A baixa presença de vegetação nativa compromete a função ecológica das APPs, afetando a qualidade da água, a estabilidade das margens, a biodiversidade e a conectividade entre fragmentos naturais.

Entre 2012 e 2023, ambas as UGRHIs apresentam híbrido entre conservação e uso econômico da terra; contudo, a UGRHI 10 demonstra maior efetividade na manutenção das APPs, enquanto a UGRHI 13 apresenta maior fragilidade ambiental, com predominância de usos agrícolas intensivos. Ademais, os dois sistemas mostram influência de atividades agropecuárias, porém com intensidade e padrões espaciais distintos, alinhados às vocações produtivas regionais

A avaliação demonstra que, sem intervenção estruturada, há tendência de aprofundamento das pressões antrópicas sobre as APPs, acarretando perdas irreversíveis de serviços ecossistêmicos e comprometendo a resiliência das bacias hidrográficas.

## **6. CONCLUSÕES**

A análise comparativa das Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas UGRHI 13 e 10 entre os anos de 2012, 2017 e 2023 evidencia mudanças estruturais relevantes na dinâmica de uso e cobertura da terra ao longo da última década.

As APPs, conforme definidas pela Lei de Proteção a Vegetação Nativa, desempenham papel fundamental na proteção dos recursos hídricos, manutenção da conectividade ecológica e prevenção de processos erosivos. Assim, a avaliação temporal baseada nos mapas gerados a partir do MapBiomas – Coleção 9 e QGIS, confirma sua utilidade como ferramenta para monitoramento contínuo e avaliação da efetividade das políticas ambientais, permitindo compreender tendências de conservação e pressão antrópica em ambientes ripários.

Esses resultados demonstram que a perda de cobertura florestal implica na redução direta no valor dos serviços ecossistêmicos, afetando a regulação climática, a qualidade da água e a biodiversidade local. No caso paulista, a degradação das APPs impacta a resiliência das bacias hidrográficas, ampliando o risco de escassez hídrica e enchentes, especialmente em áreas de alta densidade populacional, como ocorre nas bacias apresentadas.

A análise complementar sugere que políticas públicas, geografia física local e histórico de ocupação explicam parte das diferenças: a UGRHI 13 é tradicionalmente dominada por monoculturas e solos aptos para mecanização, enquanto a UGRHI 10 apresenta maior heterogeneidade ambiental e mosaicos florestais mais preservados.

Assim, as tendências identificadas reforçam a necessidade de fortalecimento de mecanismos de proteção, recuperação de APPs degradadas e monitoramento contínuo, conforme diretrizes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T.; WITMER, R. E. **A land use and land cover classification system for use with remote sensor data**. Washington: U.S. Geological Survey, 1979. <https://doi.org/10.3133/pp964>

**ANGEL, Shlomo**. Urban expansion: theory, evidence and practice. **Buildings & Cities**, v. 4, n. 1, p. 124–138, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.348>

ARAÚJO, R. P. Z.; CAMPANTE, A. L. G.; PINHEIRO, C. B. Planejamento urbano e a dimensão integradora da questão ambiental: revisitando instrumentos de política urbana para o enfrentamento da emergência climática. In: COSTA, Marco Aurélio (Org.). **Diálogos para uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano: temas transversais à PNDU – volume 3**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), p. 13-30, 2024.

BASTOS, Maria Helena Diniz. **Urbanização brasileira: de 1940 a 1980**. São Paulo: Hucitec, 1980.

BIE, S. W. de; LEEUWEN, M.; ZUIDEMA, G.. **Land Use Planning and Remote Sensing**. Enschede: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), 1996.

BICUDO DA SILVA, R. F.; MORAN, E.; VIÑA, A.; MILLINGTON, J. D. A.; DOU, Yue; VIEIRA, S. A.; LOPEZ, M. C.; LIU, J. Toward a forest transition across the Brazilian Atlantic Forest biome. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 6, 2023. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1071495>

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Código de Águas. Diário Oficial da União, 1934.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, 1981.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 101, p. 1, 28 maio 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm). Acesso em: 23 abr. 2025.

BRASIL. **Lei Federal 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. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm#art2](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm#art2)>. Acesso em: 13/11/2025.

BRAZ, F. A.; GOULART, A. M. R.; MOLIN, P. G.; GAVIOLI, F. R. Avaliação do desempenho das funções ambientais em Áreas de Preservação Permanente urbanas: um estudo no Rio do Peixe, Socorro – SP. **Pesquisa e Desenvolvimento em Ciências Ambientais**, São Paulo, 2025. DOI: 10.24278/rif.2025.37e963.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R. S.; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions**, v. 26, p. 152-158, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2022**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022.

Chaves, L. A., Mendonça, M. A., & Sousa, R. F. *Change in the protection regime of Permanent Preservation Areas: suppression of native vegetation to implant urban and agricultural uses*. **Acta Scientiae**, 2023. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190211r2vu2023L1OA>

DAUNT, A. B. P; SILVA, T. S. F; BURGI, M; HERSPERGE, A. M. Urban expansion and forest reserves: drivers of change and persistence on the coast of São Paulo, Brazil. **Land Use Policy**, Amsterdam, v. 101, p. 105189, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105189>

DILL, P. Planejamento urbano e meio ambiente. **Revista da FURB**, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2007.

DUARTE, I. C; CAMILO, R. Avaliação das Mudanças na Vegetação Nativa em Áreas de Preservação Permanente (APPs) no Paraná entre 2008 e 2023. **Geografia (Londrina)**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 311–326, 2025. DOI: 10.5433/2447-1747.2026v35n1p311. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/52761> . Acesso em: 17 dez. 2025.

ERCOLI, R. F.; MATIAS, S. R. V. ZAGO, P. C. V. Urban Expansion and Erosion Processes in an Area of Environmental Protection in Nova Lima, Minas Gerais State, Brazil. **Frontiers in Environmental Science**, Lausanne, v. 8, p. 1–14, 2020. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00052>

FIGUEIREDO, M. D.; MARQUESAN, S. F. F.; IMAS, M. J. Anthropocene and “development”: intertwined trajectories. **World Development**, Amsterdam, v. 134, p. 105040, 2020. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2020190400>

HOFFMANN, L. C.; DUTRA MIGUEL, L. A.; PEDROSO, D. F. Sustentabilidade ambiental e gestão municipal. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 1-15, 2011.

GOTTDIENER, M.; HUTCHISON, R.; RYAN, M. T. **The new urban sociology**. 5. ed. Boulder: Westview Press, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso e cobertura da terra no Brasil: 2010–2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento geológico do Estado de São Paulo: escala 1:250.000**. São Paulo: IPT, 2005.

TANG, J.; ZHOU, L.; DANG, X.; HU, F.; YUAN, Z.; WEI, L. Impacts and predictions of urban expansion on habitat quality in the densely populated areas: a case study of the Yellow River Basin, China. **Ecological Indicators**, v. 151, p. 110320, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110320> .

LIMA, G. N; FONSECA-SALAZAR, M. A; CAMPO, J. Urban growth and loss of green spaces in the metropolitan areas of São Paulo and Mexico City: effects of land-cover changes on climate and water flow regulation. **Urban Ecosystems**, v. 26, p. 1739–1752, 2023. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11252-023-01394-0>

LOURENÇO, R. W; SALES, J. C. A; ARANTES, L. T; SILVA, C. V; SILVA, D. C. C. Reflexos ambientais do desenvolvimento e expansão das atividades humanas sobre a qualidade da água. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.15, n.01, p. 175-198, 2022. <https://doi.org/10.26848/rbgf>.

MARTENS, S. G. Implicações da lei de proteção da vegetação nativa na regularização das áreas de preservação permanente hídricas: estudo de caso na bacia hidrográfica do Taquarientas-RS. **Guaju**, v. 8, 2022. <https://doi.org/10.5380/guaju.v8i0.82805>

MAPBIOMAS. **Relatório Anual da Acurácia – Coleção 9**. Projeto MapBiomass, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MOROZ, Cassiano Bastos; THIEKEN, Annegret H. Urban growth and spatial segregation increase disaster risk: lessons learned from the 2023 disaster on the North Coast of São Paulo,

Brazil. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 24, p. 3299–3314, 2024.  
<https://doi.org/10.5194/nhess-24-3299-2024>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

PACIONE, M. **Urban geography: a global perspective**. 2. ed. London: Routledge, 2009.

PAVIANI, A. A questão ambiental e os problemas territoriais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 23, n. 65, p. 65–82, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/9P3md4XQWwH3z5pMtLqHhdK>. Acesso em: 23 abr. 2025.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Garamond, 2004.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004

SANTOS, M.; FERREIRA, J.. Planejamento ambiental urbano: sustentabilidade e qualidade de vida nas cidades brasileiras. **Revista Geonorte**, Boa Vista, v. 2, n. 5, p. 100–114, jan./jun. 2011.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. **Diagnóstico Ambiental das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2018.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 7.663**, de 30 de dezembro de 1991. Política Estadual de Recursos Hídricos.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. **Programa Nascentes: diretrizes e procedimentos para recuperação de áreas prioritárias**. São Paulo: SMA, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br>. Acesso em: 23 abr. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH 2020–2023**. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br>. Acesso em: 7 jul. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – **SIGRH: UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê**. São Paulo: SIGRH, 2024. Disponível em: <https://www.sigrh.sp.gov.br/cbhsmt/apresentacao> . Acesso em: 7 jul. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos – UGRHI 13**. São Paulo, 2020.

Shi, K., Yu, B., Ma, J., Cao, W., & Cui, Y. . Impacts of slope climbing of urban expansion on global sustainable development. **Innovation (Camb)**, 4(6), 100529. (2023). <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2023.100529>

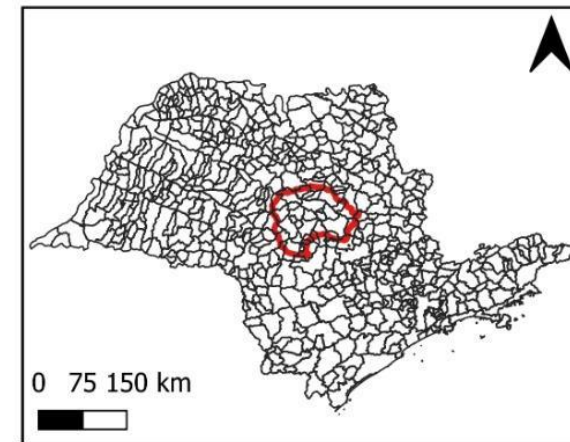
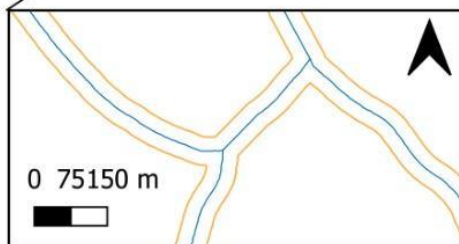
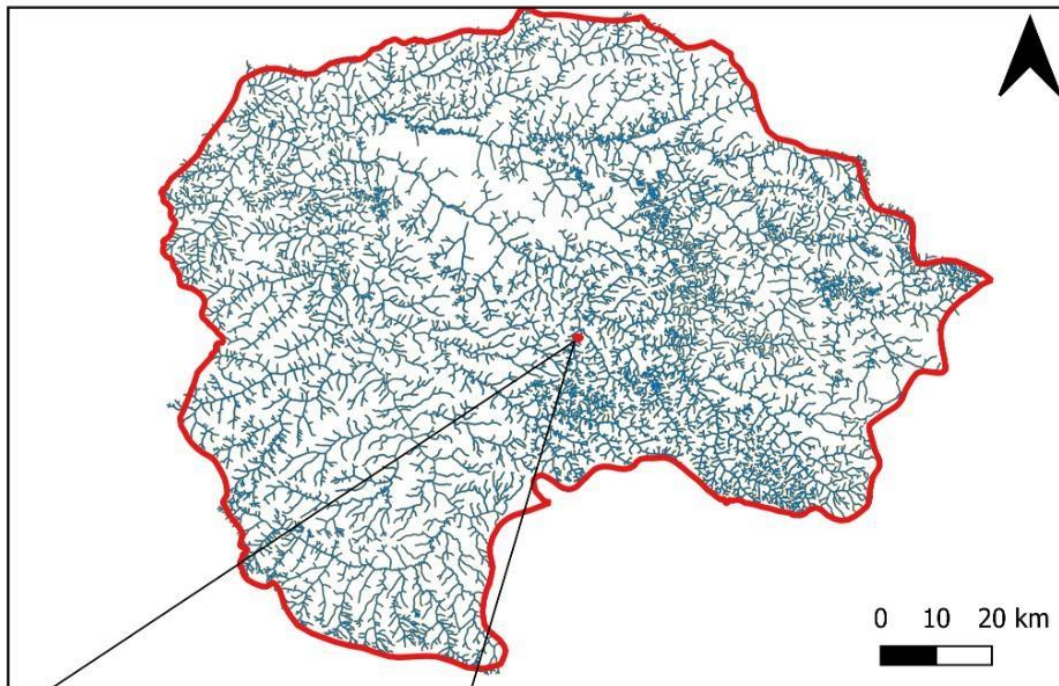
SILVA, A. S.; FAIS, J. S.; FREIRIA, D. Políticas públicas ambientais e gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Ciência & Tecnologia Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 45-58, 2020.

SILVA, F. L. **Modelagem matemática, serviços ecossistêmicos e análise da paisagem como ferramentas no manejo de reservatórios inseridos em áreas antropizadas**. 2022. 149 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/15796>.

SOUZA, L. P; ABUD, C. O. A municipalização dos limites das Áreas de Preservação Permanente de cursos d'água em áreas urbanas: flexibilização indevida da proteção ambiental? **Revista Brasileira de Direito Constitucional**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 42–48, 2025. DOI: <https://doi.org/10.62530/rbdcv24n02p42>

## APÊNDICES

# MAPA DE LOCALIZAÇÃO, HIDROGRAFIA E APPS DA UGRHI-13

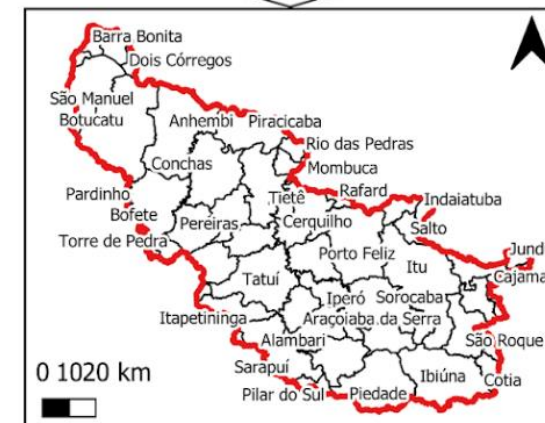
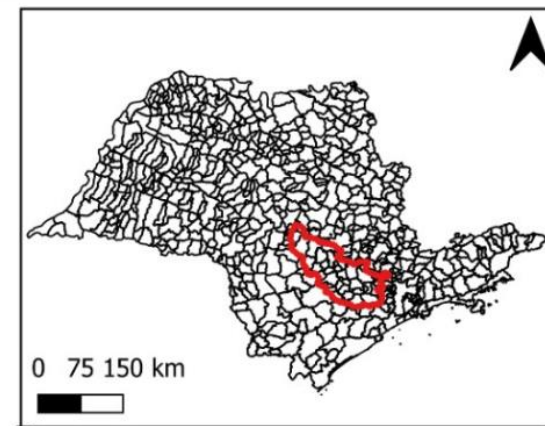
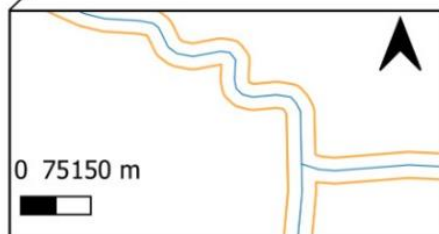
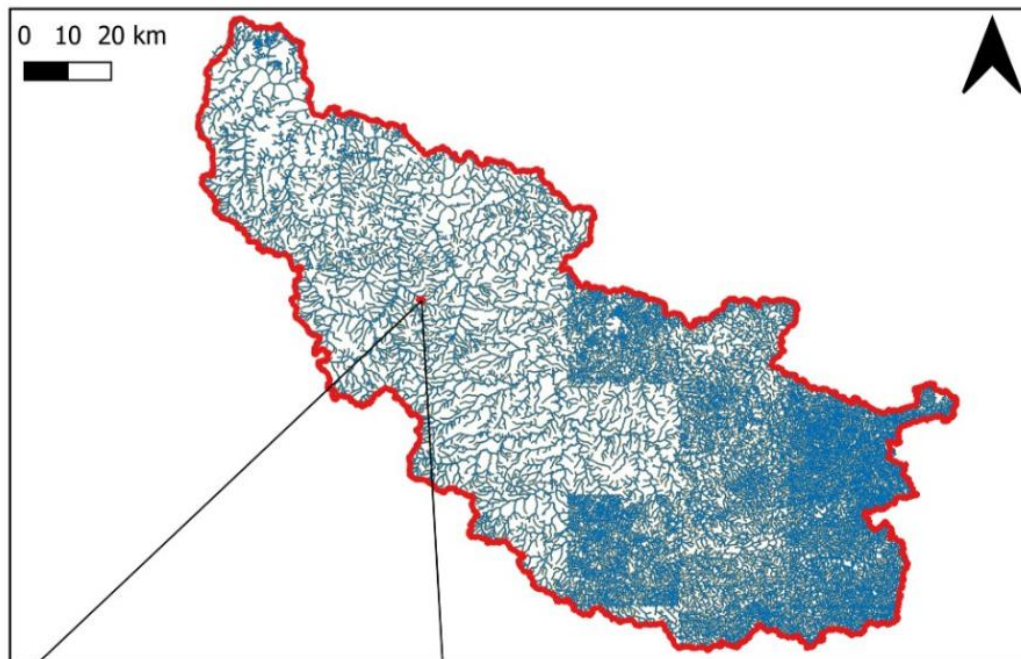


## LEGENDA

Área de Preservação Permanente
  UGRHI-13
  Municípios do Estado de São Paulo
 — Hidrografia

REFERÊNCIA ESPACIAL  
 DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
 FONTE: IBGE E DATAGEO.  
 AUTOR: VANZO, G. - 2025.

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO, HIDROGRAFIA E APPS DA UGRHI-10



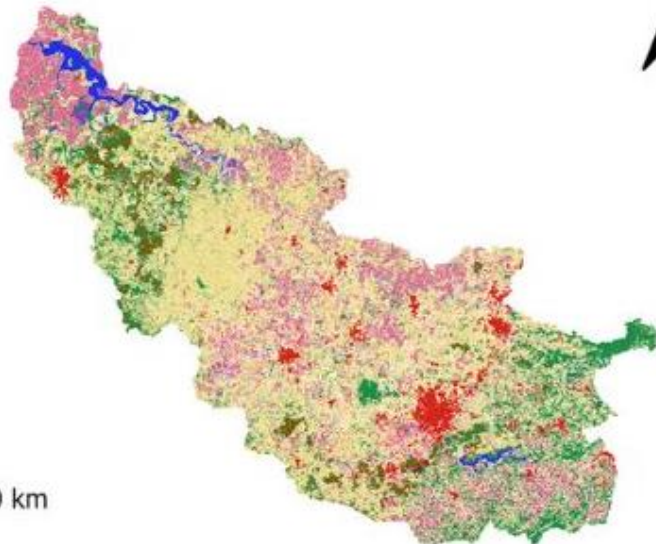
### LEGENDA

UGRHI-10  
 — Hidrografia  
  Área de Preservação Permanente  
  Municípios do Estado de São Paulo

REFERÊNCIA ESPACIAL  
 DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
 FONTE: IBGE E DATAGEO.  
 AUTOR: VANZO, G. - 2025.

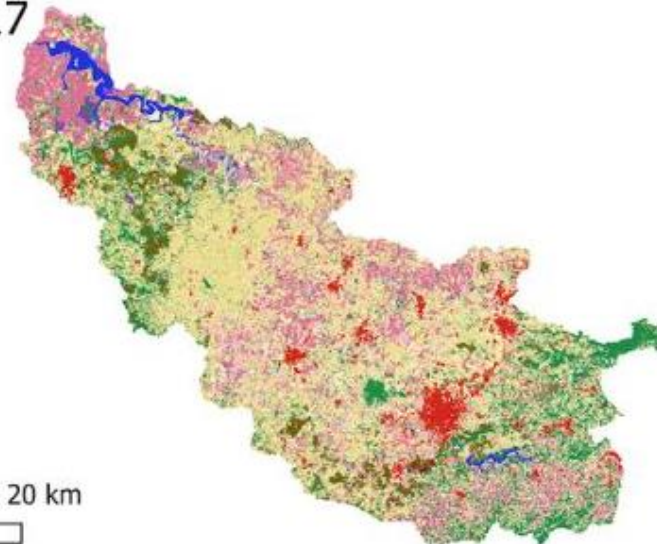
## Uso e Cobertura da Terra na UGRHI-10 – Sorocaba/Médio-Tietê

2012



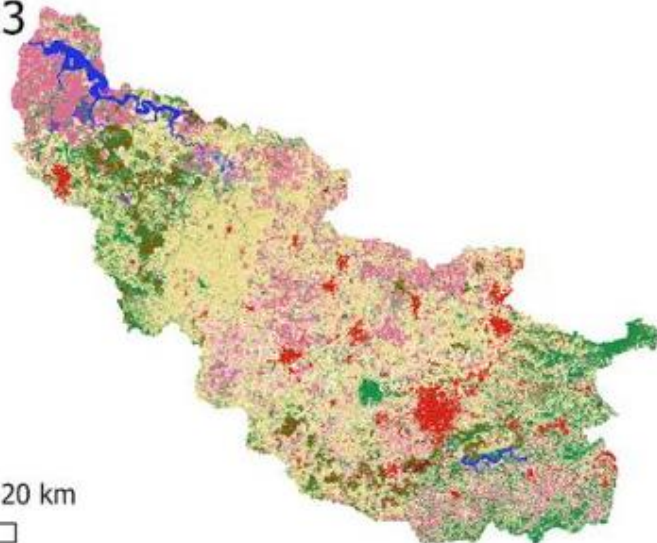
0 10 20 km

2017



0 10 20 km

2023



0 10 20 km

### LEGENDA

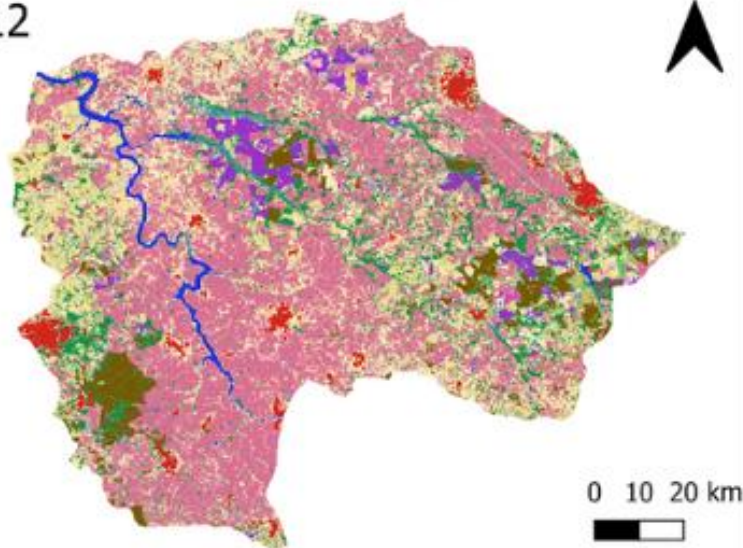
Mapa de Uso e Ocupação da Terra na UGRHI-10

	Formação Florestal		Afloramento Rochoso
	Formação Savânica		Mineração
	Silvicultura		Aquicultura
	Campo Alagado		Rio, Lago e Oceano
	Formação Campestre		Soja
	Pastagem		Outras Lavouras Temporárias
	Cana		Café
	Mosaico de Usos		Citrus
	Área Urbanizada		Outras Lavouras Perenes
	Outras Áreas Não Vegetadas		

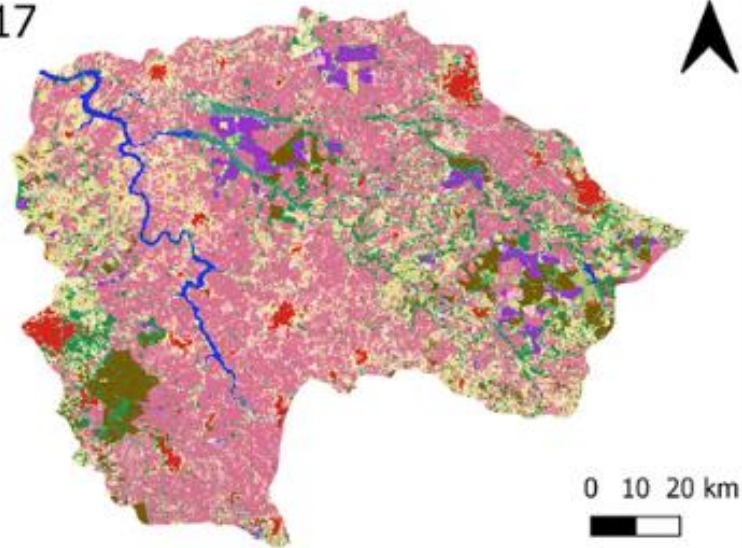
REFERÊNCIA ESPACIAL  
DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
FONTE: MAPBIOMAS, IBGE E DATAGEO.  
AUTOR: VANZO, G. - 2025.

## Uso e Cobertura da Terra na UGRHI-13 – Tietê-Jacararé

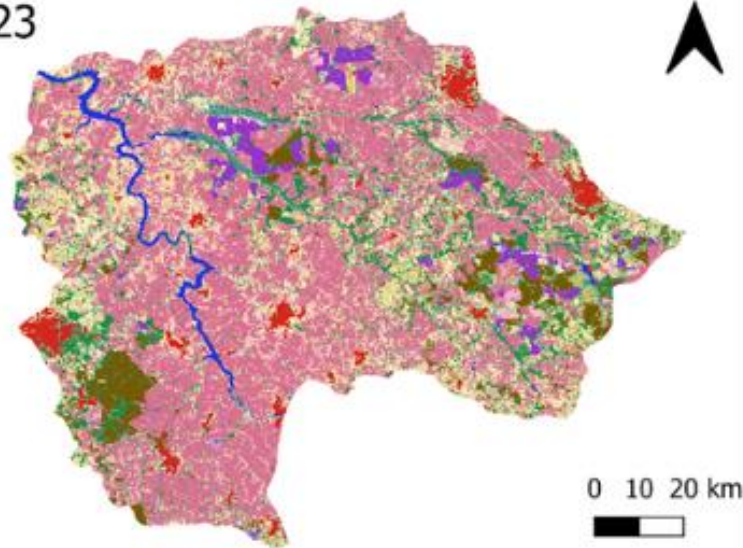
2012



2017



2023



### LEGENDA

Mapa de Uso e Ocupação da Terra na UGRHI-13

	Formação Florestal		Outras Áreas Não Vegetadas
	Formação Savânica		Aquicultura
	Silvicultura		Rio, Lago e Oceano
	Campo Alagado		Soja
	Formação Campestre		Outras Lavouras Temporárias
	Pastagem		Café
	Cana		Outras Lavouras Perenes
	Mosaico de Usos		
	Área Urbanizada		

### REFERÊNCIA ESPACIAL

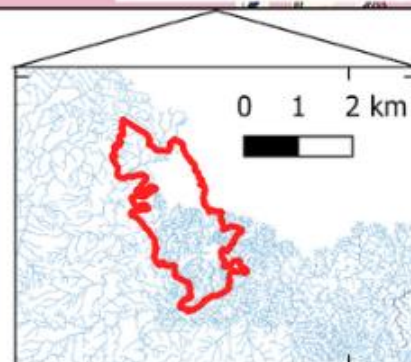
DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
FONTE: MAPBIOMAS, IBGE E DATAGEO.  
AUTOR: VANZO, G. - 2025.

# COMPARAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS APPS NA UGRHI 10



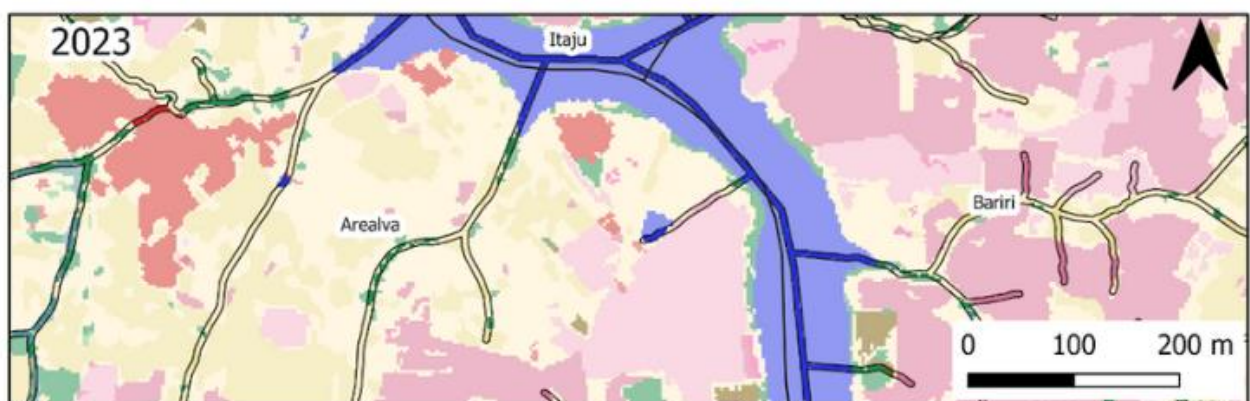
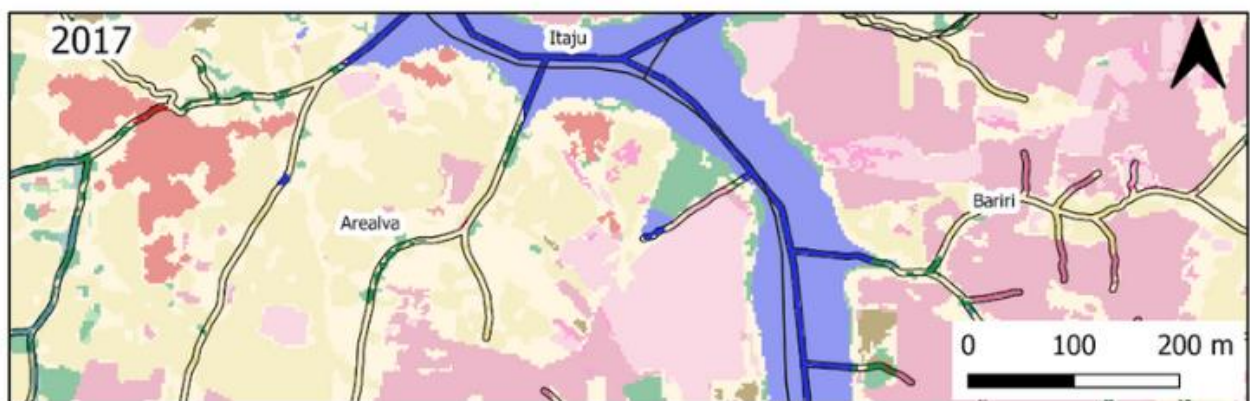
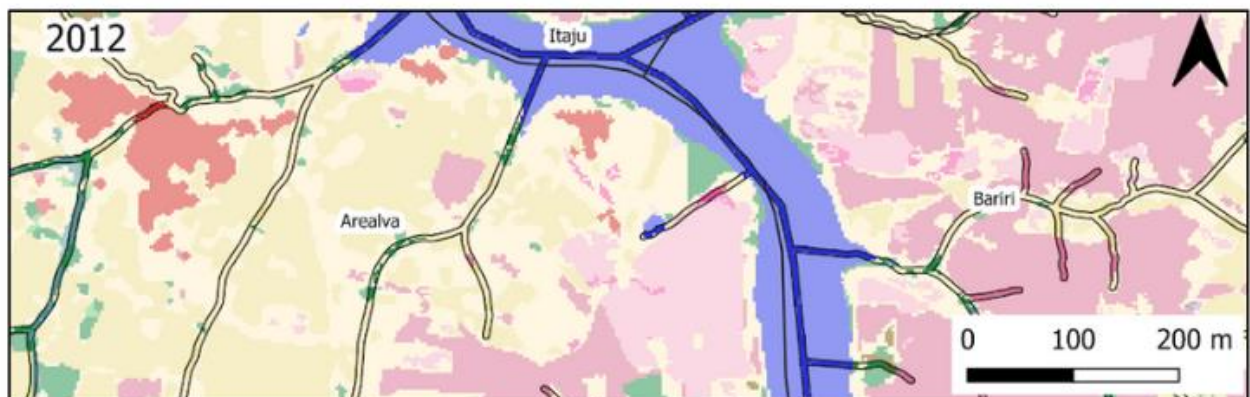
## LEGENDA

- |  |   |
|--|---|
|  Município de Tietê - SP        |  Área Urbanizada             |
|  Área de Preservação Permanente |  Outras Áreas Não Vegetadas  |
| <b>Uso e Ocupação do Solo na UGRHI 10</b>  |   |
|  Formação Florestal             |  Afloramento Rochoso         |
|  Formação Savânica              |  Mineração                   |
|  Silvicultura                   |  Aquicultura                 |
|  Campo Alagado                  |  Rio, Lago e Oceano          |
|  Formação Campestre             |  Soja                        |
|  Pastagem                       |  Outras Lavouras Temporárias |
|  Cana                           |  Café                        |
|  Mosaico de Usos                |  Citrus                      |
|  |  Outras Lavouras Perenes     |



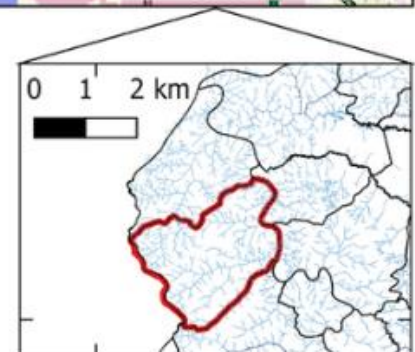
REFERÊNCIA ESPACIAL  
 DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
 FONTE: MAPBIOMAS, IBGE E DATAGEO.  
 AUTOR: VANZO, G. - 2025.

# COMPARAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS APPS NA UGRHI 13



## LEGENDA

- Município de Arealva - SP
  - Área de Preservação Permanente
- Uso e Ocupação do Solo na UGRHI 13**
- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #008000; margin-right: 5px;"></span> Formação Florestal</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; margin-right: 5px;"></span> Formação Savânica</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #8B4513; margin-right: 5px;"></span> Silvicultura</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #4682B4; margin-right: 5px;"></span> Campo Alagado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #D2B48C; margin-right: 5px;"></span> Formação Campestre</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #F0E68C; margin-right: 5px;"></span> Pastagem</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF69B4; margin-right: 5px;"></span> Cana</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFFACD; margin-right: 5px;"></span> Mosaico de Usos</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF0000; margin-right: 5px;"></span> Área Urbanizada</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF4500; margin-right: 5px;"></span> Outras Áreas Não Vegetadas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00008B; margin-right: 5px;"></span> Aquicultura</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0000FF; margin-right: 5px;"></span> Rio, Lago e Oceano</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFB6C1; margin-right: 5px;"></span> Soja</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF69B4; margin-right: 5px;"></span> Outras Lavouras Temporárias</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #DDA0DD; margin-right: 5px;"></span> Café</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></span> Citrus</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #DDA0DD; margin-right: 5px;"></span> Outras Lavouras Perenes</li> </ul> |
|--|---|



REFERÊNCIA ESPACIAL  
 DATUM: SIRGAS 2000/ UTM 23S.  
 FONTE: MAPBIOMAS, IBGE E DATAGEO.  
 AUTOR: VANZO G. - 2025