

# SIG APLICADO NA ÁREA DE CONFLITO E USO DO SOLO EM APP, EM FUNÇÃO DA HIDROLOGIA DO RIBEIRÃO DA ÁGUA DA LEOPOLDINA BAURU (SP)

*Data de aceite: 01/11/2023*

### **Thyellenn Lopes de Souza**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9525-9972>

### **Leonardo França da Silva**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

### **Victor Crespo de Oliveira**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

### **Érika Manuela Gonçalves Lopes**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7518-8955>

### **Kamila Cristina de Credo Assis**

Universidade de São Paulo  
Piracicaba – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-4016-2541>

### **Rodrigo Sebastião Machado de Freitas**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0009-0005-0503-1505>

### **Marcos Antônio Pereira da Fonseca Maltez**

Universidade Federal Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-0941-8051>

### **Isabely Cristina Lourenço dos Santos**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-6937-6810>

### **Laura Thebit de Almeida**

Instituto Federal de Minas Gerais  
Januária - Minas Gerais (Brasil)  
0000-0002-4501-134X

### **Matheus Mendes Reis**

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais  
(IFNMG)  
Januária - Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2100-2438>

### **Fabiane de Fátima Maciel**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7117-6965>

### **Ariadna Faria Vieira**

Universidade Estadual do Piauí  
Uruçuí – Piauí (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

**RESUMO:** Os assuntos relacionados a temática ambiental têm ganhado notoriedade nas últimas décadas. Pode se dizer que nos dias atuais a população tem sofrido com a devastação dos recursos, o que fez aumentar e tornar relevante a importância da preservação dos ecossistemas e recursos hídricos. Para entender o processo de degradação ambiental é necessário conhecer as relações entre os elementos que constituem o meio natural, entender os processos, fenômenos e comportamentos do meio físico relacionados com as diferentes formas de interferência das ações humanas, para tomada de decisão. Com base nesses argumentos objetivou-se com esta pesquisa gerar um banco de dados, da microbacia Hidrográfica do Ribeirão da Água da Leopoldina no município de Bauru (SP), para permitir o diagnóstico da área quanto à ocupação do território e, por decorrência, dos processos de degradação; e a definição de áreas prioritárias à recomposição florestal visando a conservação dos recursos hídricos. O resultado das principais classes responsáveis pelo conflito em áreas de preservação permanente na microbacia estudada apontou para as culturas anuais/perenes (agricultura) e a pastagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia Hidrográfica. Degradação Ambiental. Preservação Ambiental.

**ABSTRACT:** The discussion related to environmental issues have gained notoriety in recent decades. It can be said that nowadays the population has suffered from the devastation of resources, which has increased and made relevant the importance of preserving ecosystems and water resources. To understand the process of environmental degradation it is necessary to know the relationships between the elements that constitute the natural environment, to understand the processes, phenomena and behaviors of the physical environment related to the different forms of interference of human actions, for decision making. Based on these arguments, the objective of this research was to generate a database of the watershed of Ribeirão da Água da Leopoldina in the municipality of Bauru (SP), to allow the diagnosis of the area regarding the occupation of the territory and, as a result, the degradation processes; and the definition of priority areas for forest restoration aiming at the conservation of water resources. The result of the main classes responsible for the conflict in areas of permanent preservation in the studied watershed pointed to annual/perennial crops (agriculture) and pasture.

**KEYWORDS:** Hydrographic Basin. Environmental Degradation. Environmental Preservation

## 1 | INTRODUÇÃO

Os assuntos relacionados á temática ambiental tem ganhando notoriedade nas últimas décadas, de modo findar o pensamento que são inesgotáveis. Pode se dizer que nos dias atuais a população tem sofrido com a devastação dos recursos, o que fez aumentar e tornar relevante a importância da preservação dos ecossistemas e recursos hídricos.

Para entender o processo de degradação ambiental é necessário conhecer as relações entre os elementos que constituem o meio natural, entender os processos, fenômenos e comportamentos do meio físico relacionados com as diferentes formas de interferência das ações humanas para uma tomada de decisão (HERLIHY *et al.*, 1998; HUNSAKER *et al.*, 1998; JOHNSON *et al.*, 1997; MAY *et al.*, 1999; OMETO *et al.*, 2000; RHODES *et al.*, 2001; ROY *et al.*, 2003).

Levando em consideração que uso de geotecnologias quando utilizados de forma incorreta e incoerente nas tomadas de decisões ambientais, podem por sua vez ocasionar em desastres ambientais severos e tornando a recuperação destes irreversíveis desencadeando prejuízos no que tange a fauna e flora (RODRIGUES, 2003; GARCIA, 2011).

Desta forma o melhor planejamento para a exploração do uso da terra, torna-se primordial para evitar danos a natureza. Com isso a aplicação do uso das geotecnologias está auxiliando na tomada de decisão do diagnóstico ambiental permitindo a recuperação e conservação dos recursos naturais (DIAS *et al.*, 2004; NOSSACK, 2012;). Pautado nos seguintes argumentos, estudos envolvendo manejo eficiente de bacias hidrográficas, tem-se mostrado eficaz no que refere a preservação e conservação do meio ambiente, sendo capaz de identificar áreas degradadas ou em processo de deterioração (SCOLPEL, ASSAD e ORIOLI, 1993; SILVEIRA, 2016).

A aplicabilidade das geotecnologias no caráter de Bacias Hidrográficas torna-se essencial em estudos ambientais, pois a uma intensa relação entre recursos hídricos e a zona ripária. Do ponto de vista prático, estudos recentes enfatizam que o planejamento dessas áreas é primordial, pois facilita a localização das áreas protegidas por lei, planeja as atividades rurais, a expansão de áreas urbanas, resultado o uso do solo de forma precisa e conservadora para que se possa contribuir com a ampliação das atividades agropecuárias e com ações ambientais preventivas e mitigadoras (EASTMAN 1998; PIROLI *et al.* 2002).

Com base nos argumentos mencionados objetivou-se com esta pesquisa a determinação das Áreas de Preservação Permanente e de conflito do uso do solo, na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão da Água da Leopoldina, localizado no município de Bauru – SP, utilizando técnicas de geoprocessamento. Na análise do conflito do uso da terra em áreas de APP da microbacia, o dado obtido servirá para a viabilização das irregularidades das áreas em APP de acordo com a legislação ambiental.

## 2 | MATERIAL E METODOS

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

A Microbacia Hidrográfica Ribeirão da Água da Leopoldina está inserida no município de Bauru (SP), e está definida entre as coordenadas 22° 16' 54" a 22° 19' 15" de latitude S e 49° 11' 21" a 49° 12' 19" de longitude W Gr, totalizando uma área de 1416,55ha (Figura

1). Localizada na cidade de Bauru (SP), interior de São Paulo, com distância aproximada de 326 km da capital.

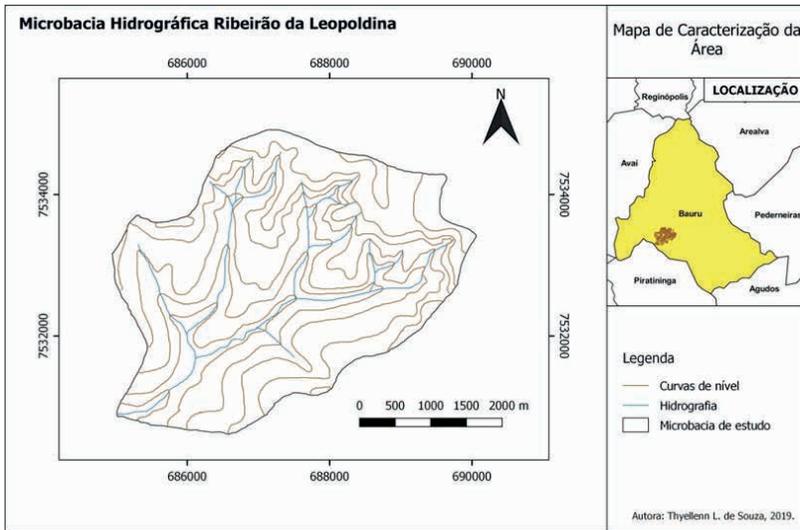


Figura 1 - Localização da Microbacia Ribeirão da Água da Leopoldina

Fonte: Os Autores (2023).

Trata-se de um município brasileiro localizado, região central do estado de São Paulo sendo o município mais populoso do Centro-Oeste paulista ocupando uma área de 673,488 km<sup>2</sup>, sendo que 68,9769 km<sup>2</sup> estão em perímetro urbano e os 604,51 km<sup>2</sup> restantes constituem em zona rural. De acordo com CEPAGRI (2016), o clima é caracterizado como tropical com invernos secos e amenos, a temperatura média do município é de 22,6 °C, com verões chuvosos e temperaturas moderadamente altas. A classificação dos biomas existentes no município é a Mata Atlântica como predominante e o Cerrado.

A cidade tem como importante rio para o município o Rio Bauru e o Rio Batalha, sendo este, o Rio Batalha, um importante afluente do Rio Tietê, com 167 km de extensão. Dele é captada a água consumida por grande parte do município (BAURU, 2014). A Microbacia de estudos, Ribeirão da Água da Leopoldina, é afluente do Rio Batalha, que é responsável cerca de 38%, do abastecimento de água pública na cidade. A demanda hídrica restante, totalizando 64%, é suprimida pela captação de águas subterrâneas, sendo 34 poços profundos que captam águas do aquífero Guarani e 01 poço que capta água no aquífero Bauru (DAE, 2016).

Com a devastação antrópica desenfreada, a falta de mata ciliares é significativa em grande parte do curso do Rio Batalha e seus afluentes e conseqüentemente o assoreamento predomina pela extensão do rio, causado pela lixiviação da terra (KOFFLER; MONTSNDON, 2000). Segundo Gazzetta, *et al.* (2011), aponta que as bacias hidrográficas do Rio Batalha e do Rio Bauru, restam apenas 12,57% da mata ciliar, dificultando a



espacial de 30 metros. Sendo assim, foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5 para gerar a composição RGB de projeção UTM, *datum* WGS 84, localizados no fuso 22sul. Por meio dessa composição de imagens, foi realizada a delimitação e a classificação supervisionada dos usos da terra presentes na área de estudo (Figura 3).

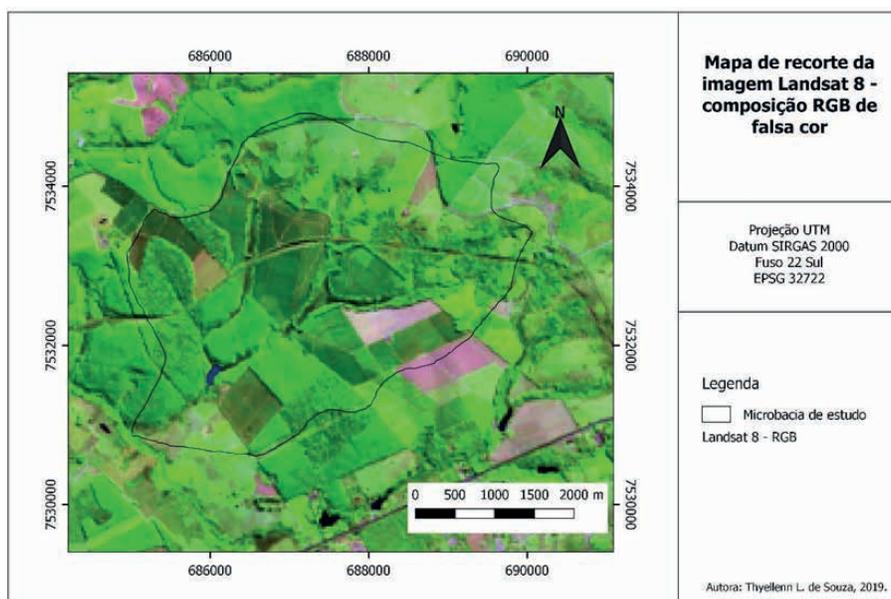


Figura 3 - Carta imagem da microbacia do Ribeirão da Água da Leopoldina. Na imagem de satélite Landsat 8 na composição RGB de Cor Falsa

Fonte: Os Autores (2023).

## 2.4 PROGRAMAS UTILIZADOS

SIG - ArcGIS versão 10.1 e SIG - QGIS versão 3.10.9 para manipulação de material cartográfico, vetorização de dados, composição de imagens e finalização dos mapas temáticos. SIG - Idrisi Selva foi utilizado no processamento das informações georreferenciadas. O aplicativo Google Earth serviu de auxílio na identificação da vegetação por apresentar imagens em alta resolução, foi utilizado para auxiliar na interpretação de algumas áreas. Utilizou-se também o aplicativo MapBIOMAS (2019), para a mesma finalidade.

## 2.5 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DA BACIA GEOFERRENCIAMENTO

Para o georreferenciamento foi utilizado o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, Datum Córrego Alegre Zona 23S, a imagem digital, da carta topográfica de Bauru, editada pelo IBGE. Foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados elaborou-se um arquivo de correspondência, através do comando *Edit* do menu *Database*

Query, presente no módulo *Analysis* do Idrisi.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno (Figura 4). Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos cotados mais elevados da região ao redor da drenagem (ARGENTO; CRUZ, 1996). O contorno da área da microbacia do Ribeirão da Água da Leopoldina, foi realizado por meio da carta planialtimétrica de Bauru (IBGE, 1973), escala 1:50000, segundo os pontos cotados em torno da drenagem, tendo-se como base a definição de Rocha (1991), para bacia hidrográfica. O procedimento teve início com a importação de dado *raster* em formato *TIFF*, com a finalidade de ser georreferenciado dentro do programa Idrisi. Feito isso, o arquivo foi exportado para que o mesmo fosse utilizado no QGIS para delimitação da área de estudo.

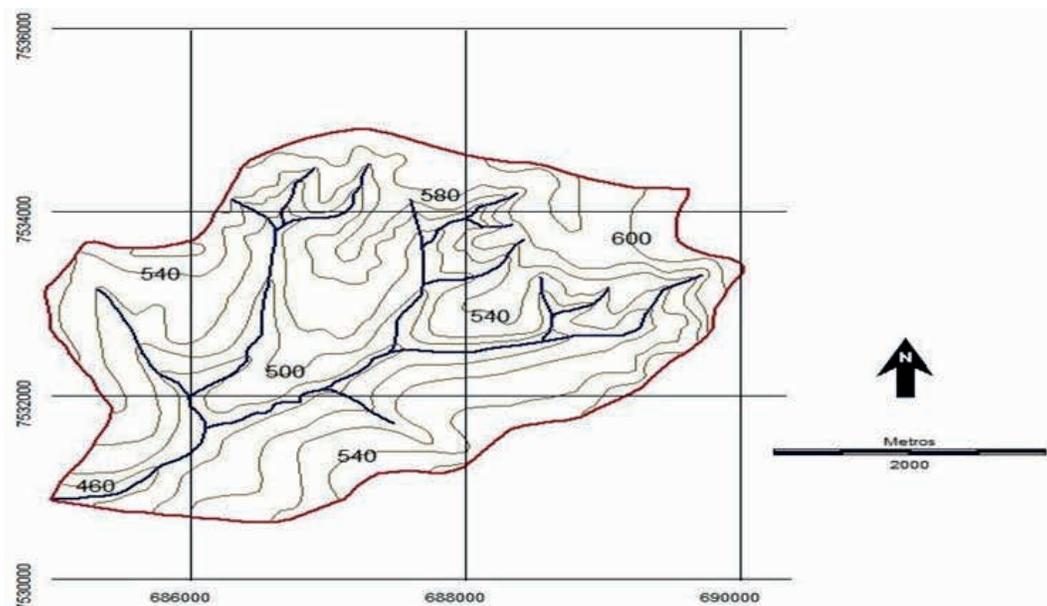


Figura 4 – Localização da microbacia do Ribeirão da água da Leopoldina

Fonte: Os Autores (2023).

## 2.6 OBTENÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO

A principal fonte de dados para elaborar o mapa de uso e ocupação do solo foi o MapBiomás. Utilizou-se imagens do satélite LANDSAT 8, resolução espacial de 30 metros, obtidas para o ano de 2019. As imagens foram padronizadas para a projeção UTM e datum SIRGAS 2000.

O MapBiomás é um projeto que tem o objetivo de mapear manualmente a cobertura do solo no Brasil e as possíveis alterações que ocorrem no território. Segundo o site MapBiomás (2019), o projeto é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com

especialistas nos biomas, uso do solo, SIG, sensoriamento remoto, ciência da computação que aplica o processamento em nuvem e classificadores automatizados elaborados pelo Google Earth Engine para produzir mapas anuais da cobertura e uso do solo no Brasil. Com as informações sobre a cobertura do solo e floresta geradas a partir do MapBiomás é possível classificar as áreas de cultivo e conflito de uso do solo.

Por meio dessa ferramenta de apoio, confeccionou-se o mapa de uso do solo. Foi feito o recorte no ArcGIS, extraindo apenas a área da microbacia. O recorte da imagem foi feito através da ferramenta clip. Após o recorte da imagem, os pixels foram classificados e em seguida calculou-se a área através da tabela de atributos, a partir da dimensão dos pixels, com a ferramenta Calculate Geometry. Desta forma foram determinadas as áreas e as porcentagens de cada uso.

## 2.7 MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP)

As Áreas de Preservação Permanentes foram definidas ao longo dos cursos d'água e ao redor das nascentes da microbacia do Ribeirão da Água da Leopoldina, para isso, foi utilizada a operação buffer dentro do QGIS o qual proporcionou o buffer de 30 metros de cada lado da rede de drenagem ao longo do leito da microbacia de estudo e a criação de um *buffer* de 50 metros do raio nas áreas das nascentes, depois de dissolvida gerou o mapa de APP, fundamentado na Lei Florestal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Por fim, fez-se a união dos dois buffers, por meio da ferramenta *Merge*.

## 2.8 MAPA DE CONFLITO DE USO NA APP

Para a identificação das áreas de conflito de uso do solo em APP, foi utilizada a operação de álgebra de mapas por meio da sobreposição das diferentes informações dos mapas. Com o auxílio da ferramenta *Intersecção*, foi possível visualizar as áreas onde se encontram conflito de uso, ou seja, localidades em que deveriam estar ocupada por mata nativa (APP), porém estão ocupadas por áreas antropizadas.

Com o mapa de uso e ocupação do solo e limites da APP, o *shapefile* do uso e ocupação do solo foi inserido juntamente com o *shape* das áreas de preservação permanente. Dessa maneira, foi gerado um arquivo das áreas conflitantes dentro das áreas de preservação permanente. A partir da ferramenta *Buffer: ArcToolbox* → *Analysis Tools* → *Proximity* → *Intersect* do ArcGIS. Após a sobreposição desses mapas, as áreas de ocorrência dos conflitos de acordo com as classes de uso foram identificadas e devidamente mensuradas, executando as funções de cálculo de área.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 MAPEAMENTO DA ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE (APP)

As áreas de APP são responsáveis por assegurar a qualidade e quantidade da água nos Rios, pois sua função é comparada com os cílios dos olhos, proteção (SCHAFFER; PROCHNOW, 2002). Dessa forma a APP asseguram o controle das lixiviações, erosões e, além disso, ajuda a contribuir para manter o equilíbrio da fauna e flora. A Bacia estudada possui uma Área de Preservação Permanente total de 114,60 ha, sendo 8,59% da área total (Figura 5).

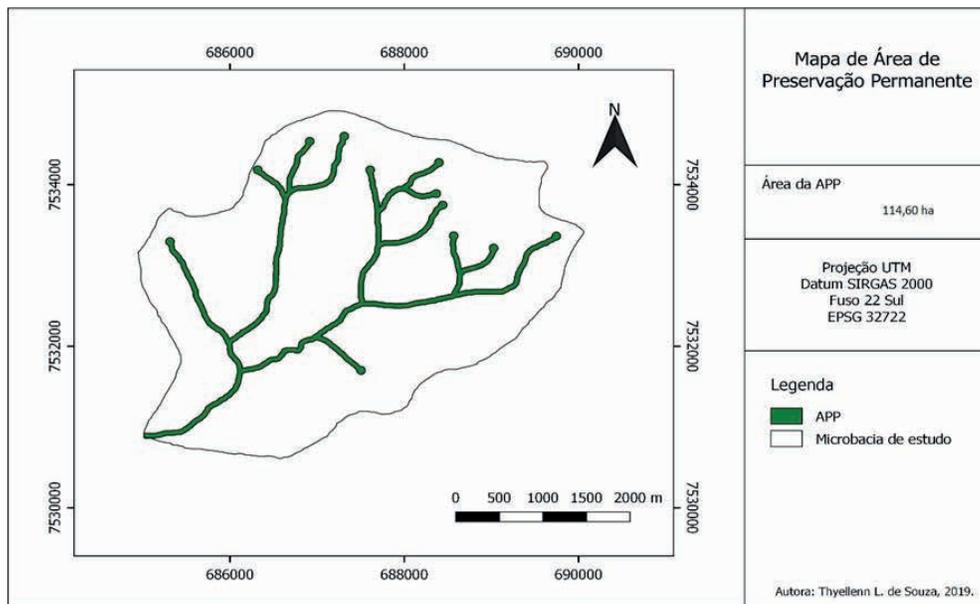


Figura 5 - Mapa da Área de Proteção Permanente (APP)

Fonte: Os Autores (2023).

### 3.2 MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Para analisar a proteção dos solos através da cobertura vegetal, as áreas degradadas ou áreas propícias à degradação, se faz necessário a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo (Figura 6). Utilizou-se o Mapbiomas para gerar o mapa de uso do solo, com imagens do satélite LANDSAT 8, resolução espacial de 30 metros, obtidas para o ano de 2019. As imagens foram padronizadas para a projeção UTM e datum SIRGAS 2000. As classes de ocupação existentes na área foram identificadas através da interpretação visual da imagem de satélite no computador. Em virtude da vegetação que representa a proteção do solo, foram definidas oito classes: formação florestal, formação savânica, formação campestre, floresta plantada, pastagem/solo exposto, cultura anual/perene,

cultura semi-perene e água.

A formação florestal do bioma do cerrado é composta por espécies arbóreas, formação de dossel contínuo, como mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, além de florestas estacionais semidecíduais. A formação savânica possui estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos. A formação campestre caracteriza-se por ter predominância de estrato herbáceo, como campo sujo, campo limpo e campo rupestre, além de possuir formações savânicas como parque de cerrado e cerrado rupestre (MAPBIOMAS, 2019). A classe floresta plantada representa espécies arbóreas plantadas para fins comerciais como, eucalipto, pinus, araucária.

Na área em estudo, informações foram obtidas através de pesquisas e verificou-se que o plantio é de eucalipto. Entendeu-se que as classes pastagem e solo exposto, representavam uma única classe, devido ao impasse de diferenciar essas formas de uso do solo nas imagens de satélite. Da mesma forma, a cultura anual e cultura perene constituíram uma única classe, pela dificuldade de distinguir os elementos principais de reconhecimento como, porte, textura, forma e tonalidade de cada cultivo através da resolução da imagem. A classe semi-perene é representada por áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar.

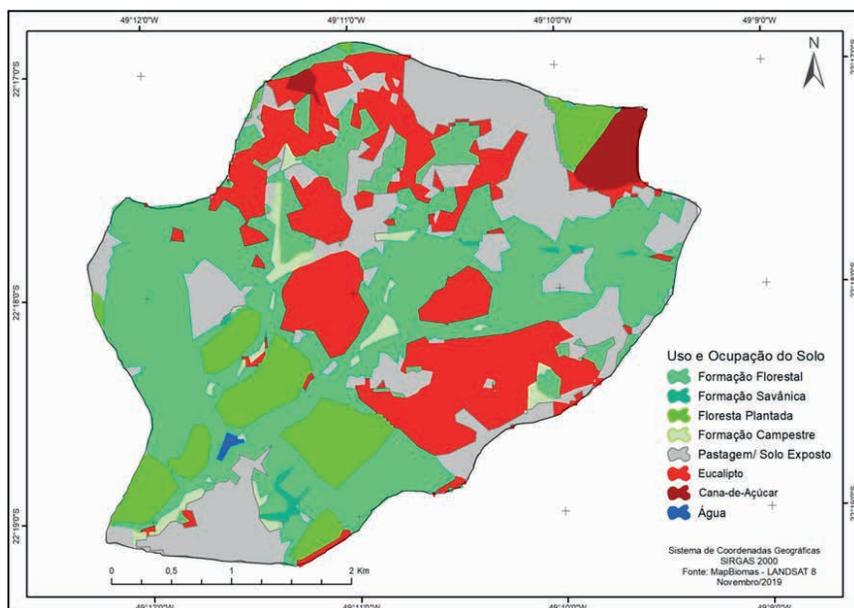


Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo do Ribeirão da Água da Leopoldina

Fonte: Os Autores (2023).

Na área total da bacia (1.434,72 ha) nota-se que o uso da terra prevalecente foi à formação florestal, ocupando 39,50% da área. Os outros tipos de vegetação nativa constituem 2,75% da área, que correspondem à formação savânica (6,43 ha) e formação campestre (32,97 ha). A classe floresta plantada representa 9,74% da área (139,79 ha),

conforme a Tabela 1.

<b>Classes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Formação Florestal	566,71	39,50
Formação Savânica	6,43	0,45
Floresta Plantada	139,79	9,74
Formação Campestre	32,97	2,30
Pastagem/Solo Exposto	323,70	22,56
Cultura Anual e Perene (Eucalipto)	334,01	23,28
Cultura Semi-Perene (Cana-de-Açúcar)	28,95	2,02
Água	2,17	0,15
<b>Total</b>	<b>1434,72</b>	<b>100</b>

Tabela 1 - Classes de uso do solo e áreas ocupadas

Fonte: Os Autores (2023).

### 3.3 MAPA DO CONFLITO DO USO DO SOLO EM APP

Segundo um estudo realizado por Nardini (2009), determinou o conflito de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente no micro bacia do Ribeirão Água Fria, Bofete, SP e constatou que a micro bacia é bem vegetada, apresentando 32,36% (4.932 ha) da área ocupada por florestas naturais, colaborando com o resultado encontrado para área em estudo.

Os conflitos de uso da terra são determinados pela utilização indevida do solo, causados por intervenções humanas, como ocorre no uso e ocupação do solo dentro de Áreas de Preservação Permanente (Figura 7). Estas áreas ocupam 114,60 hectares, referindo-se a 8,59% da área total da microbacia do Ribeirão da Leopoldina.

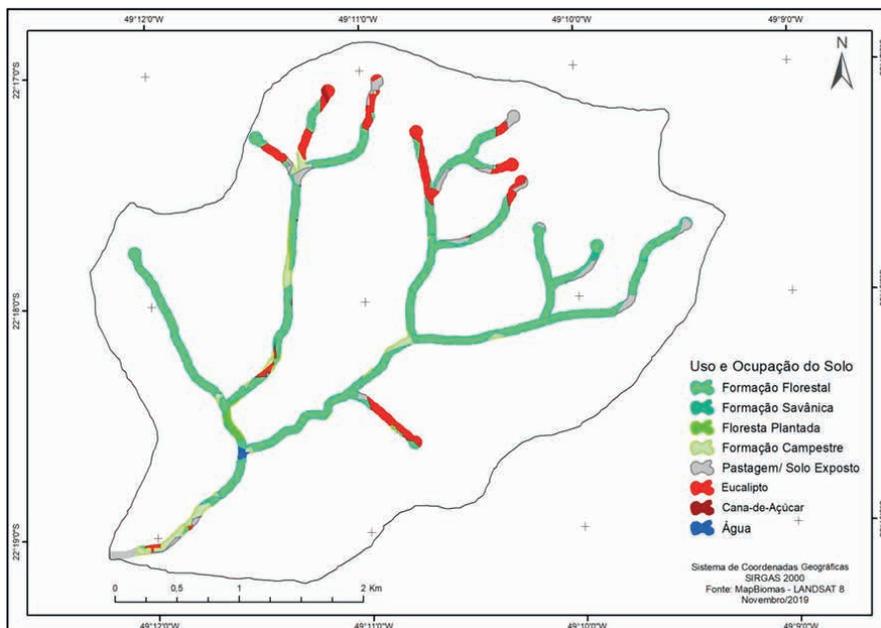


Figura 7 - Conflito de Uso e Ocupação do solo na Área de Preservação Permanente do Ribeirão da Água da Leopoldina

Fonte: Os Autores (2023).

Verificou-se que nas Áreas de Preservação Permanente da Microbacia do Ribeirão da Água da Leopoldina, a formação florestal ocupou a maior área (74,70 ha), correspondendo a 65,18% da área total. Em porcentagens menores, a formação campestre representou (7,94%) da área, floresta plantada (1,71%) e formação savânica (0,35%), de acordo com a Tabela 2.

Classes	Área (ha)	Área (%)
Formação Florestal	74,70	65,18
Formação Savânica	0,40	0,35
Floresta Plantada	1,96	1,71
Formação Campestre	9,10	7,94
Pastagem/Solo Exposto	11,22	9,79
Cultura Anual e Perene (Eucalipto)	16,19	14,13
Cultura Semi-Perene (Cana-de-Açúcar)	0,48	0,42
Água	0,55	0,48
<b>Total</b>	<b>114,60</b>	<b>100</b>

Tabela 2 - Classes de uso do solo na Área de Preservação Permanente

Fonte: Os Autores (2023).

Pode-se afirmar que 73,47% da área são coberta por vegetação nativa (formação

florestal, formação savânica e formação campestre) encontrando-se em um bom estado de conservação. No entanto, aproximadamente um quarto da área total é ocupada indevidamente (26,05%), representada por floresta plantada, pastagem, solo exposto, culturas anuais, perene e semi-perene. Em um total de 114,60 hectares, 29,85 hectares são ocupados indevidamente, caracterizando uma área conflitante que descumpra a legislação florestal.

O Código Florestal Brasileiro é um instrumento legal que normatiza a utilização e conservação de florestas no Brasil, baseado no regimento das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. As APP são áreas legalmente protegidas, localizadas nas margens ao longo dos cursos d'água e foram criadas com o intuito de preservar a biodiversidade, os recursos hídricos, o solo e a paisagem. De acordo com Araújo (2002), o regime de proteção das Áreas de Preservação Permanente é rígido e a vegetação deve ser mantida intacta, admitindo a supressão vegetal somente em casos de interesse social e utilidade pública legalmente prevista. Segundo Moreira e Piza (2012), as Áreas de Preservação Permanente são essenciais em uma bacia hidrográfica, pois são caracterizadas principalmente por matas ciliares que são responsáveis por todo um processo de conservação e manutenção de um determinado sistema fluvial. Para Barbosa (2006), as matas ciliares unem fragmentos florestais, desempenhando a função de corredores ecológicos, atuando como filtros naturais que ajudam a reter sedimentos, poluentes e defensivos agrícolas que seriam carregados para o curso d'água.

Analisando o uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, São Paulo, Santos e Hernandez (2013), concluíram que o manejo incorreto do solo e Áreas de Preservação Permanente reduzidas, afetam a quantidade e disponibilidade dos recursos hídricos, provocando impactos econômicos e ambientais na região. Segundo Santos (2007), mesmo que as APP sejam protegidas por lei, são áreas suscetíveis à especulação imobiliária, além de serem vulneráveis as atividades agropecuárias com mau planejamento. Geralmente, as APP são transformadas em áreas degradadas e conseqüentemente o comprometimento com uma produção sustentável é afetado. Silva (2006), afirma que as dificuldades que existem para preservar APP estão relacionadas aos critérios que a legislação utiliza para todo país, sendo que os ecossistemas brasileiros são distintos uns dos outros, devendo ser tratados de formas diferentes. Nas imediações das nascentes encontram-se evidências de degradação da área, como substituição da vegetação natural por culturas agrícolas, pastagens e solo exposto, onde deveria existir mata ciliar. Segundo o Código Florestal Brasileiro a mata ciliar é uma área de preservação permanente obrigatória e de acordo com a Lei n.º 4.771/65 a largura da mata ciliar a ser preservada está relacionada com a largura do curso hídrico. Desta forma, deve-se atentar para que não haja um aumento das áreas ocupadas irregularmente, garantindo a preservação da vegetação nativa. A situação não difere quando comparada com o estudo de Pinto (2003), em que a vegetação natural (mata e campo limpo) nas áreas de recarga

foi consideravelmente maior nas áreas com nascentes preservadas. No entanto, áreas de recarga ocupadas por culturas agrícolas e pastagem aumentaram nas nascentes degradadas. Portanto, tal condição pode ser a causa pela qual as nascentes preservadas mostraram maior valor médio de vazões.

Devido à importância de se conservar Áreas de Preservação Permanente e áreas de Reserva Legal, criou-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR), um registro eletrônico de caráter obrigatório para os imóveis rurais do Brasil, com o intuito de acompanhar as propriedades, incluindo informações ambientais relacionadas às áreas que devem ser preservadas. O CAR conta com uma base de dados integrada, com imagens de satélites das áreas mapeadas, além de mostrar-se uma alternativa para a formação de corredores ecológicos, preservando os recursos hídricos, combatendo o desmatamento e contribuindo para uma melhor gestão e fiscalização ambiental (LAUDARES; SILVA; BORGES, 2014). Com isso o CAR acaba sendo um meio de controle fiscal, para as propriedades rurais se adequarem e respeitarem a faixa de preservação ambiental, ou seja, auxiliando o meio natural contra o avanço sem planejamento da agricultura. Fazendo-se necessário que todas as propriedades rurais desta microbacia de estudo, tenham suas áreas regularizadas, a fim de ter um controle maior sobre a posse de terra, uso e ocupação do solo, utilização dos recursos hídricos e vegetação nativa.

As culturas anuais e perenes representam 14,13% da área total (16,19 ha) e culturas semi-perenes 0,42% com 0,48 hectares. Um cuidado especial deve ser dado às áreas de recarga das nascentes, principalmente as áreas que foram degradadas e ocupadas por cultivos agrícolas. Para Kondo (1998), culturas anuais na camada superficial do solo de 0-3 cm estão sujeitas a sofrer compactação, ao comparar com a cobertura do solo sob mata nativa e pastagem. Segundo Pinto et al. (2005), nas nascentes em que a intervenção antrópica não for muito acentuada para afetar sua resiliência, as áreas devem ser isoladas considerando-se geralmente que existe vegetação arbórea, permitindo o processo de regeneração das espécies. Nas áreas em que as nascentes estão com sua resiliência extremamente afetada, propõem-se o plantio nas áreas em que não há vegetação ou o enriquecimento, desde que haja regeneração da vegetação em desenvolvimento.

A classe floresta plantada representa 1,71%, equivalente a 1,96 hectares. Segundo Barros (1982), as florestas plantadas predominam nos latossolos, solos profundos com alta capacidade de infiltração e armazenamento de água, características que são convenientes para o crescimento do eucalipto. No entanto, possuem o sistema radicular extenso e vigoroso, com capacidade de explorar grandes volumes de solo, apresentando baixa exigência nutricional. Atualmente a produtividade de madeira no Brasil não atende à demanda, fazendo com que as florestas plantadas substituam as áreas que eram ocupadas por florestas naturais (EMBRAPA, 2004).

A classe de pastagem e solo exposto ocupam 9,79% (11,22 ha) da área total e tendem a ser os principais riscos a integridade das Áreas de Preservação Permanente ao longo dos

cursos d'água do Ribeirão da água da Leopoldina. Estudos semelhantes (FREITAS et al., 2013; NARDINI, 2009; REIS et al., 2012; RIBEIRO et al., 2014) de levantamento do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente, mostraram que pastagem foi a classe mais representativa em bacias hidrográficas. Encontrou-se respectivamente, 24,6%, 88,15%, 48,48% e 53,73% da área total de APP ocupadas por pastagens. As áreas constituídas por pastagens encontradas na literatura são mais expressivas do que o valor encontrado para a área em estudo, o que pode estar relacionado ao fato da bacia ter APP bem vegetadas.

A pecuária transforma a paisagem natural, interferindo na proteção da cobertura vegetal compactando o solo com o pisoteio do gado, intensificando os processos de erosão (MESSIAS, 2012). Merten e Minella (2002), explicam que o uso e ocupação do solo por atividades agropecuárias modificam os processos químicos, físicos e biológicos dos sistemas naturais. As áreas utilizadas com agricultura intensiva têm boa aptidão agrícola, de modo que a intensidade do uso conflitivo das terras é menor e, com isso, os problemas de poluição hídricos provocados pela erosão acontecem com menor frequência quando comparado ao cultivo de áreas de menor aptidão agrícola.

A classe água ocupa 0,48%, correspondendo a 0,55 hectares, representada por rios e lagos. A preservação da vegetação nativa no entorno destes cursos d'água é fundamental, protegendo o leito dos rios do assoreamento, contribuindo com a proteção química e física da água, garantindo uma boa qualidade.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O mapa de uso e ocupação do solo mostra que a microbacia do Ribeirão da água da Leopoldina encontra-se bem vegetada. Deve-se atentar para que não haja uma expansão de novas fronteiras agrícolas e que as áreas de mata nativa não sejam substituídas principalmente por pastagens. A Área de Preservação Permanente representa 8,59% (114,60 ha) da área total da bacia. Uma parte da APP (26,05%) situa-se sob uso inadequado, em conflito com a área de vegetação.

Fica evidente o não cumprimento da legislação ambiental, além de ser indispensável um plano de reflorestamento dessas áreas com espécies nativas, pois os desmatamentos e manejos incorretos no solo refletem na qualidade e quantidade de água da bacia. As principais classes responsáveis por conflito em Áreas de Preservação Permanente são as culturas anuais/perenes (agricultura) e a pastagem/sobreposto. Os dados obtidos serão transmitidos para os órgãos públicos competentes, com o intuito de conscientizar e informar as áreas prioritárias e assim obter dados que servirão para a viabilização das irregularidades em Áreas de Preservação Permanente de acordo a legislação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. P.; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, XIV, 2009, Natal. Anais... Natal: 2009. p. 4631-4638.
- ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A.J.T. (Org.) **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 9, p.264-82.
- BARBOSA, L. M. Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo. São Paulo: **Instituto de Botânica**, 2006. 147 p. Disponível em: <[http://www.ibot.sp.gov.br/curso\\_rad/apostila\\_final.pdf](http://www.ibot.sp.gov.br/curso_rad/apostila_final.pdf)>. Acesso em: nov. 2019.
- BAURU. **Departamento de Água e Esgoto**. Rio batalha e a lagoa. Bauru: DAE, 2014. Disponível em: [http://www.daebauru.sp.gov.br/2014/empresa/empresa.php?secao=faze mos&pagina=9](http://www.daebauru.sp.gov.br/2014/empresa/empresa.php?secao=faze%20mos&pagina=9). Acesso em: 12 nov.2019
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO (DAE), 2016. Disponível em:
- DIAS, J. E. et al. **Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: o caso do município de Volta Redonda - RJ**. In: XAVIER DA SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. (Org.). Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p
- EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows user's guide**. Worcester: Clark University, 1998. 109p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Florestas: a Embrapa conserva este patrimônio. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 26 p., 2004.
- FREITAS, E.P.; MORAES, J.F.L. de.; FILHO, A.P.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 17, n.4, p.443–449, 2013.
- GARCIA, Y. M. **Aplicação do Código Florestal como Subsídio para o Planejamento Ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego do Palmitalzinho - Regente Feijó - São Paulo**. Trabalho de conclusão (Bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Presidente Prudente: [s.n], 2011, 145 f.
- Gazzetta, C.A. et al. (Editores). **Atlas Regional – Uso e Ocupação do Solo nas Áreas de Preservação Permanente ( APP ) da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê / Batalha**. Instituto Ambiental Vidágua. Bauru, SP. 2011.
- HERLIHY, A. T.; STODDARD, J. L.; JOHNSON, C. B. **The relationship between stream chemistry and watershed land cover data in the Mid-Atlantic region**, US. Water, Air, and Soil Pollution, v.105, p.377-386, 1998.
- <http://www.daebauru.com.br/2014/empresa/empresa.php?secao=fazemos&pagina=13> Acesso em: 08 fev. 2019.
- HUNSAKER, C. T.; JACKSON, B. L.; SIMCOCK, A. **Regional assessment for watershed management in the Mid-Atlantic states**. In: Reimold, R.D. (ed.): Watershed management: Practice, policy and coordination. New York: McGraw-Hill, 1998. p.11-34.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Manuais técnicos em geociências, Rio de Janeiro, 2013. ISSN 0103-9598. 91p.

JOHNSON, L. B.; RICHARDS, C.; HOST, G. E.; ARTHUR, J. W. **Landscape influences on water chemistry in Midwestern stream ecosystems**. *Freshwater Biology*, v.37, p.193-208, 1997.

KOFFLER, NATALIO FELIPE, MONTANDON, DANIEL TODTMANN. **Diagnóstico do uso da terra e suscetibilidade à erosão da bacia do alto Batalha (sp), usando técnicas automáticas**. Mimesis, Bauru, v. 21, n. 1, p. 53-72, 2000

LAUDARES, S.S.A. de; SILVA, K.G. da; BORGES, L.A.C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 31, p. 111-122, 2014.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas** Coleção da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2019. Disponível em: mapbiomas.org. Acesso em: nov. 2019.

MESSIAS, C. G. Análise comparativa entre o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal utilizando imagens de média e alta resolução espacial. **Revista Geonorte**, 2(4), 1230-1243, 2012.

MOREIRA, K. F.; PIZA, M. W. D. E. T. **Analysis of land use and occupancy in permanent preservation areas according to the hydrography of Ribeirão Água Fria – Bofete, SP - Brazil**. *Eng. Agrícola, Jaboticabal*, v.32, n.5, p. 944–950, 2012.

NARDINI, R. C. **Determinação do conflito de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente da microbacia do ribeirão Água-Fria, Bofete (SP), visando a conservação dos recursos hídricos**. 2009. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP. UNESP. 2009.

NOSSACK, F. A. **Planejamento da recomposição florestal pela análise multicriterial na sub-bacia do córrego do descavaldo visando a conservação de recursos hídricos**. 2012. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

OMETO, J. P.; MARTINELLI, L. A.; BALLEERSTER, M. A.; GESSNER, A.; KRUSCHE, A. V.; VICTORIA, R. L.; WILLIAMS, M. **Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, Brazil**. *Freshwater Biology*, v.44, p.327-337, 2000.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes** [dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2003.

REIS, A. A. dos.; TEIXEIRA, M.D.; JÚNIOR, F.W.A.; MELLO, J. M. de.; LEITE, L.R.; SILVA, S.T. da. Análise do uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente no município de Lavras, MG. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 300-308, 2012.

RHODES, A. L.; NEWTON, T. M.; PUFALL, A. **Influences of land use on water quality of a diverse New England watershed**. *Environmental Science and Technology*, v.35. p. 3640-3645, 2001.

RIBEIRO, C. A. A. S.; LEMOS, N.C.M.; BARROS, K.O.; SOARES, V. P.; SILVA, E.; MENEZES, S. J. M. C. Uso e a ocupação da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Córrego Sertão, Cajuri, MG. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n (2), 2014.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. ed. UFSM, Santa Maria, RS. 1991, p.181.

RODRIGUES, V. A. Aspectos da sustentabilidade das microbacias hidrográficas. In: Livro, **Workshop em Manejo de Bacias Hidrográficas**. UNESP, FCA, Botucatu, 2003.

ROY, A. H.; RESEMOND, M. J.; PAUL, M. J.; LEIGH, D. S.; WALLACE, J. B. **Stream macroinvertebrate response to catchment urbanization (Geórgia, USA)**. Freshwater Biology, v.48, p.329-346, 2003.

SANTOS, S. B. dos. **Análise do Uso e Ocupação do Solo de Áreas de Preservação Permanente Utilizando Ferramentas de SIG na Gestão de Bacias Hidrográficas: O Caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Lourenço**. 2007. 84 f., Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia da Energia) – Universidade Federal de Itajubá.

SCHÄFFER, Wigold. PROCHNOW, Miriam (orgs.). **A Mata Atlântica e Você – Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: Apremavi, 2002.

SCOLPEL, E. E.; ASSAD, E. D.; ORIOLI, A. L. Monitoramento da ocupação agrícola. In: ASSAD, E. D, SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC., 1993 – p.157-70.

SILVA, V. G. **Legislação ambiental comentada**. 3. ed. Belo Horizonte: Fórum; 2006.

SILVEIRA, G.R.P. **Geomática aplicada na caracterização conservacionista de uma bacia hidrográfica no município de São Manuel (SP)**. 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.