

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE CONFLITO DE USO EM APP NA  
MICROBACIA RIBEIRÃO DO VEADO, PIRATININGA (SP) POR MEIO  
DE GEOTECNOLOGIAS.**

**ANDREA CARDADOR FELIPE**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU - SP  
Fevereiro - 2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE CONFLITO DE USO EM APP NA  
MICROBACIA RIBEIRÃO DO VEADO, PIRATININGA (SP) POR MEIO  
DE GEOTECNOLOGIAS.**

**ANDREA CARDADOR FELIPE**

**ORIENTADOR: PROF.DR. SERGIO CAMPOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia (Energia na Agricultura)

**BOTUCATU - SP**

**Fevereiro – 2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP -  
FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F315a Felipe, Andrea Cardador, 1986-  
Avaliação das áreas de conflito de uso em APP na micro-  
bacia Ribeirão do Vead, Piratininga (SP) por meio de geo-  
tecnologias / Andrea Cardador Felipe. - Botucatu : [s.n.],  
2015  
xi, 67 f. : fots. color., tabs., ils. color.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015  
Orientador: Sergio Campos  
Inclui bibliografia  
1. Microbacias hidrográficas. 2. Área de preservação  
permanente. 3. Sistemas de informação geográfica. I. Cam-  
pos, Sergio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências  
Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "AVALIAÇÃO DAS ÁREAS DE CONFLITO DE USO DO SOLO EM APP  
NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DO VEADO, PIRATININGA-SP, POR  
MEIO DE GEOTECNOLOGIAS"

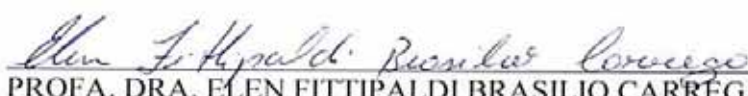
ALUNA: ANDREA CARDADOR FELIPE

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO CAMPOS

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SERGIO CAMPOS



PROFA. DRA. ELEN FITTIPALDI BRASILIO CARREGA



PROFA. DRA. FERNANDA LEITE RIBEIRO

Data da Realização: 26 de fevereiro de 2015.

### ***AGRADECIMENTO ESPECIAL***

Agradeço ao Professor Doutor **Sergio Campos**, pela oportunidade oferecida, pelo estímulo, amizade, consideração e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Doutor **Zacarias Xavier de Barros**, pela convivência, ensinamentos técnicos, amizade e sugestões na realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual Paulista, pelo intermédio da Faculdade de Ciências Agrônômicas, campus de Botucatu pela valiosa oportunidade concedida.

Aos Professores da comissão examinadora de qualificação e de defesa, pela participação e sugestões apresentadas, para o enriquecimento deste trabalho.

À Yara Manfrin Garcia, pela amizade e valiosa contribuição nos mapeamentos com SIG, que foram indispensáveis para o sucesso deste trabalho.

Ao Ronaldo Alberto Pollo pelo apoio e auxílio com o manuseio das fotografias aéreas.

À Mariana Campos pela ajuda, disponibilidade e colaboração na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca da FCA-UNESP, campus de Botucatu, pelo atendimento e apoio.

Às minhas irmãs Denise e Amanda e cunhados, pela amizade, convivência, consideração e estímulo à realização deste trabalho.

A minha avó Dair do Carmo Guedes Cardador pelo amor, dedicação e orações realizadas, meu muito obrigado.

Ao Topógrafo Orlando Montagna pela amizade, dedicação, orientações e informações prestadas.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## ***EPÍGRAFE***

“A profunda alegria do coração deve ser sempre como uma bússola a guiar o seu caminho na vida. Você deve segui-la sempre, mesmo que entre por trilhas repletas de dificuldades”.

Madre Tereza de Calcutá

“Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos”.

Augusto Cury

## OFEREÇO

À **Deus** e a **Nossa Senhora** pela disposição e saúde que me concederam em toda minha caminhada. Aos meus pais **José Carlos** e **Inês** pelo exemplo, carinho e respeito, ao meu marido **Francisco** pelo apoio, compreensão e paciência durante a realização deste trabalho.



## SUMÁRIO

|                                                                                            | <b>Página</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| LISTA DE TABELAS .....                                                                     | IX            |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                     | X             |
| RESUMO .....                                                                               | 1             |
| SUMMARY .....                                                                              | 3             |
| 1 INTRODUÇÃO .....                                                                         | 5             |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....                                                              | 8             |
| 2.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo .....                                        | 8             |
| 2.2 Uso e Ocupação do Solo .....                                                           | 11            |
| 2.3 Áreas de Preservação Permanente .....                                                  | 13            |
| 2.4 Legislação Ambiental .....                                                             | 14            |
| 2.5 Geotecnologias .....                                                                   | 17            |
| 2.5.1 Sensoriamento remoto .....                                                           | 18            |
| 2.5.2 Sistemas de Informações Geográficas – SIG .....                                      | 21            |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS .....                                                                | 26            |
| 3.1 Materiais .....                                                                        | 26            |
| 3.1.1 Área de estudo .....                                                                 | 26            |
| 3.1.2 Bases cartográficas .....                                                            | 28            |
| 3.1.3 Fotografias aéreas, Imagem de satélite .....                                         | 29            |
| 3.1.4 Equipamentos .....                                                                   | 30            |
| 3.2 Métodos .....                                                                          | 32            |
| 3.2.1 Georreferenciamento, delimitação da área da microbacia e rede de drenagem .....      | 32            |
| 3.2.2 Obtenção do mapa de uso e ocupação em fotografias aéreas pancromáticas de 1972 ..... | 33            |
| 3.2.3 Obtenção dos mapas de uso e ocupação do solo em imagem de satélite de 2011 .....     | 35            |
| 3.2.4 Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) .....                         | 36            |
| 3.2.5 Mapas de Conflito de Uso nas APPs .....                                              | 37            |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                             | 38            |
| 4.1 Mapeamento do uso e ocupação do solo até 1972 .....                                    | 38            |
| 4.2 Mapeamento do uso e ocupação do solo até 2011 .....                                    | 41            |

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) .....                                                                      | 44 |
| 4.4 Mapeamento de Conflito de Uso do solo em APPs ao longo da drenagem<br>e ao redor das nascentes no período de 1972 até 2011 ..... | 45 |
| 5 CONCLUSÕES .....                                                                                                                   | 59 |
| 6 REFERÊNCIAS .....                                                                                                                  | 61 |

**LSTA DE TABELAS**

|                                                                                                                                             | <b>Página</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tabela 1: Distribuição das áreas e porcentagens de uso e ocupação do solo em 1972 .....                                                     | 40            |
| Tabela 2: Distribuição das áreas e porcentagens de uso e ocupação do solo em 2011 .....                                                     | 43            |
| Tabela 3. Conflitos de uso do solo em APPs na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado - SP nos anos de 1972 e 2010 .....               | 47            |
| Tabela 4. Conflitos de uso do solo em APPs nas nascentes da microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado - SP nos anos de 1972 e 2010 ..... | 58            |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                       | <b>Página</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado – Piratininga (SP) .....                                                        | 27            |
| Figura 2. Delimitação da microbacia hidrográfica Ribeirão do Veado (linha verde), na carta planialtimétrica editada pelo IBGE .....                   | 28            |
| Figura 3. Fotografias Aéreas pancromáticas de 1972 da área de estudo .....                                                                            | 29            |
| Figura 4. Área de estudo na Imagem de Satélite em 2011 pelo sensor TM do Landsat-5 .....                                                              | 30            |
| Figura 5. Transformador aerofotográfico (Aerosketchmaster) .....                                                                                      | 31            |
| Figura 6. Mapa com escala corrigida relacionado as fotografias aéreas de 1972 .....                                                                   | 34            |
| Figura 7. Mapa do uso e cobertura do solo obtido por fotografias aéreas de 1972 .....                                                                 | 39            |
| Figura 8. Mapa do uso e ocupação do solo obtido por imagem de satélite de 2011 .....                                                                  | 42            |
| Figura 9. Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo da drenagem e ao redor das nascentes na microbacia hidrográfica Ribeirão do Veado – SP ..... | 44            |
| Figura 10. Mapas de conflitos de uso do solo em APPs na microbacia Ribeirão do Veado-SP, nos anos de 1972 e 2011 .....                                | 46            |
| Figura 11: Conflito de uso do solo em APP ao longo da drenagem .....                                                                                  | 48            |
| Figura 12: Plantação de eucalipto na APP da microbacia Ribeirão do Veado .....                                                                        | 49            |
| Figura 13. Mapas de conflitos de uso do solo em APPs nas nascentes da microbacia Ribeirão do Veado-SP, nos anos de 1972 e 2011 .....                  | 51            |
| Figura 14: Conflito de uso do solo na nascente do Ribeirão do Veado .....                                                                             | 52            |
| Figura 15: Ressecamento da nascente e introdução de bovinos .....                                                                                     | 53            |
| Figura 16: Conflito de uso de solo na nascente Ribeirão do Veado próximo a Avenida Eleazar Correa de Moraes .....                                     | 54            |
| Figura 17: Conflito de uso de solo na nascente Ribeirão do Veado próximo a                                                                            |               |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Avenida Eleazar Correa de Moraes .....                                        | 54 |
| Figura 18: Ação antrópica na nascente Ribeirão do Veadó .....                 | 55 |
| Figura 19: Uso de conflito na área de APP e cruzamento de rede elétrica ..... | 56 |
| Figura 20: Preservação da nascente do Ribeirão do Veadó .....                 | 57 |

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a microbacia Ribeirão do Veado, localizada no município de Piratininga/SP, mapeando as classes de uso e ocupação do solo e seus respectivos conflitos nas Áreas de Preservação Permanentes (APPs), num intervalo de 39 anos, por meio de fotografias aéreas de 1972 e imagem de satélite Landsat-5 de 2011. A área de estudo localiza-se geograficamente entre as coordenadas 49°06'33" a 49°09'54" de longitude W Gr. e 22°23'24" a 22°26'07" de latitude S, apresentando uma área de 1831,27ha. Para a realização dessa pesquisa, utilizou-se a carta planialtimétrica de Bauru (SF-22-Z-B-I-4) em formato digital, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1973) em escala 1:50000. A imagem de satélite, bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat - 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), de 22 de junho de 2011, órbita 221, ponto 75, com resolução espacial de 30 x 30 metros, cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizado foi o Idrisi Selva e o software, o CartaLinx. A Legislação Ambiental foi a base para a verificação correta das APPs ao longo da drenagem e das

nascentes. Os resultados do mapeamento das áreas de uso e ocupação do solo totalizaram dez classes de uso em 1972, e a pastagem foi a que apresentou maior ocupação 68,07% do total da área. O mapeamento de 2011 resultou onze classes de uso, demonstrando ainda a pastagem como maior ocupação do solo 57,96% da área, confirmando que a região possui intensa atividade na pecuária. Os mapas de conflito de uso do solo de 1972 e 2011 apresentaram resultados que comprovam que o homem está interferindo na paisagem natural, mesmo observando o aumento da mata de 11,46% para 30,28%, não estão sendo preservadas o suficiente, e a maior parte das áreas destinadas as Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com a Lei Federal nº 12.651/12, estão em situação irregular, ainda sabendo que são instrumento fundamental para o equilíbrio ecológico e o bom funcionamento hídrico. Portanto, o estudo de uma microbacia é importante para compreender seu funcionamento e posteriormente a necessidade de sua preservação, controle e utilização racional.

---

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; Áreas de Preservação Permanente; Sistemas de Informação Geográfica.

**EVALUATION OF THE USE OF CONFLICT AREAS IN APP IN THE WATERSHED RIBEIRÃO DO VEADO, PIRATININGA (SP) BY GEOTECHNOLOGIES.** Botucatu, 2015. 67p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANDREA CARDADOR FELIPE

Adviser: SÉRGIO CAMPOS

**SUMMARY**

The present study aimed to analyze Ribeirão do Veado Watershed, located in the municipality of Piratininga / SP, mapping the types of use and land cover and their conflicts in the Areas of Permanent Preservation (APPs) in an interval of 39 years, through aerial photographs from 1972 and satellite image Landsat-5 2011. The study area is located geographically between the coordinates 49°06'33 "to 49°09'54" W longitude Gr. and 22°23'24 "to 22°26'07 "S latitude, presenting an area of 1831,27ha. For this study, we used the planialtimetric letter of Bauru (SF-22-ZBI-4) in digital format, published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE (1973) in scale 1: 50000. The satellite image, bands 3, 4 and 5 of Landsat - 5, Sensor TM (Thematic Mapper), to June 22, 2011, orbit 221, paragraph 75, with spatial resolution of 30 x 30 meters, provided by the National Institute for Space Research (INPE). The Geographic Information System (GIS) used was Idrisi Selva, and the software, CartaLinx. The environmental legislation was the basis for the correct verification of the APPs along the drain and sources. The results of the mapping of the areas of use and land cover totaled ten classes of use in 1972, and pasture showed the largest occupation, with 68.07% of the total area. The mapping of 2011 showed eleven classes of use, demonstrating pasture as the highest land cover, with 57.96% of the area, confirming that the region has intense activity in cattle. The conflict maps of use of the land of 1972 and 2011 showed results that prove that the man is interfering with the natural landscape, even observing the increase of the forest from 11.46% to 30.28%, they are not being preserved enough, and most of the areas considered of Permanent Preservation (APP), according to Federal Law No. 12,651 / 12, are undocumented, even knowing they are critical to the ecological balance and the right water



functioning. Therefore, the study of a watershed is important to understand its operation and subsequently the need for its preservation, control and rational use.

---

**Keywords:** Watershed; Permanent Preservation Areas; Geographic Information Systems.

## 1. INTRODUÇÃO

As matas ciliares desempenham papéis ecológicos vitais, principalmente em relação à quantidade e qualidade da água, atuando como uma barreira natural à sedimentação externa, além de proporcionar microclima ribeirinho e um ótimo banco de sementes, favorecendo o aumento da biodiversidade e equilíbrio aos ecossistemas ripários ampliando o nível de sustentabilidade ambiental das microbacias.

Restaurar as matas ciliares significa restabelecer a integridade ecológica desse ecossistema, sua biodiversidade e estabilidade, enfatizando a capacidade natural de transformações ao longo do tempo, ou seja, reconstruir as complexas interações existentes em uma comunidade florestal de maneira a permitir a sua auto-perpetuação local (RODRIGUES e LEITÃO FILHO, 2001).

Essa faixa de vegetação ao entorno do corpo d'água foi legalmente reconhecida pelo Código Florestal Brasileiro (1965), e está relacionada no art.2º da Lei nº4771/65, que abrange como Áreas de Preservação Permanente as florestas e demais formas de vegetação existentes ao redor dos rios, lagos, nascentes, lagoas e reservatórios. Também está de acordo com a Resolução CONAMA nº369/2006 que dispõe sobre a proteção e possibilidade de supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Devido intensa relação e influência da mata ciliar com os recursos hídricos, o ideal é considerar a microbacia hidrográfica como a unidade básica para a caracterização, quantificação, a análise e o gerenciamento dos recursos e dos processos naturais, incluindo a proteção e a restauração das matas ciliares.

As microbacias possuem diversas atividades agropecuárias, onde a restauração florestal competirá com a produção de alimentos e renda. O descaso com estudos de levantamentos e zoneamentos ambientais sobre a área em formatos acessível ao agricultor impede o monitoramento da microbacia com análises dos seus parâmetros hidrológicos de disponibilidade da água, que são indispensáveis para evitar que a população rural e urbana enfrente problemas com desabastecimento de água e principalmente com a saúde pública.

A deterioração física, sócio-econômica e ambiental é hoje uma realidade constante nas microbacias hidrográficas ocasionadas pelo ser humano devido ao seu consumismo e descarte dos recursos naturais, como se fossem inesgotáveis e, como consequência, a natureza responde com desequilíbrio que podem comprometer de forma negativa as futuras gerações.

Para permitir a recuperação e conservação dos recursos naturais de uma microbacia é importante a utilização das geotecnologias, como o sensoriamento remoto que com o uso de fotografias aéreas e imagens de satélites, contribui com a qualidade das informações, principalmente quanto ao dimensionamento das áreas ocupadas pela vegetação e a determinação da sua distribuição geográfica. E também do Sistema de Informação Geográfica (SIG) que possui maior agilidade na coleta de dados e proporciona uma avaliação da ocupação do solo e suas características, detectando áreas com problemas e áreas integradas com informações ambientais.

Esse Sistema de Informação Geográfica (SIG), auxilia os pesquisadores nos estudos de caso à campo, pois é um software que realiza o geoprocessamento com certa exatidão, ressaltando principalmente noções de mapas e base de dados que proporciona ao homem adquirir informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente sem estar presente no local, além da identificação nas práticas de manejo do uso do solo para conservar e regenerar as Áreas de Preservação Permanente.

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar as Áreas de Preservação Permanente da microbacia Ribeirão do Veado- localizada no município de Piratininga/SP, enfocando a vegetação ciliar da mesma, num intervalo de 39 anos, por

meio de fotografias aéreas de 1972 e imagem de satélite Landsat-5 de 2011, através de técnicas de geoprocessamento para verificar se está de acordo com a legislação em vigor. Esse procedimento contribui com o planejamento ambiental destinado a conservação, preservação e recuperação da mesma, visando a proteção dos cursos d'água, e, ainda, sua sustentabilidade ambiental.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo**

Bacia hidrográfica é toda a área que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para um ponto comum, ao longo de um corpo d'água ou rio. Cada bacia é formada por um conjunto de unidade de menor dimensão denominada microbacias, a qual é ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido, permitindo um melhor aproveitamento em termos hídricos, ecológicos, econômico-social e melhoria da qualidade de vida dos seus usuários (LIMA, 1986; RODRIGUES, 2000).

Para Chistofoletti (1974), Bacia hidrográfica é uma unidade natural de planejamento de recursos naturais e que a água é o agente unificador de integração no manejo da mesma. Este recurso indispensável à vida humana é captada configurando uma rede de drenagem superficial que canaliza para um rio, mar ou outros corpos de água, a qual se infiltra no solo compondo os lençóis freáticos.

Segundo o Decreto Lei 94.076 de 5 de março de 1987, que criou o Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH) visando promover um adequado aproveitamento agropecuário das microbacias mediante a adoção de práticas de utilização

racional dos recursos naturais renováveis, define o termo microbacia como sendo área de formação natural drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma secção transversal, para onde se converge toda água da área considerada (BRASIL, 1987).

O termo microbacia ainda não tem uma definição concreta, pois cada autor define de uma maneira, como Santana (2003) relata como uma denominação empírica, sugerindo sua substituição por sub-bacia hidrográfica.

Já para Faustino (1996), a microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km<sup>2</sup>.

Cecílio e Reis (2006) definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima.

Lima e Zakia (2000) diz que tais definições não são vistas somente na sua superfície total, mas considerando certos fatores com características de grande sensibilidade como uso do solo (cobertura vegetal) e qualidade da água.

Outra maneira de conceituar a microbacia é através do ecológico, uma vez considerada menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a relação dos fatores abióticos e bióticos, visando o melhor monitoramento dos impactos ambientais (MOSCA, 2003; LEONARDO, 2003).

Para Lima (1996), bacia hidrográfica é essencial para o planejamento ambiental e as microbacias hidrográficas são consideradas unidades menores, que em conjunto constituem bases fundamentais para pesquisas em hidrologia, estudos sobre vegetação das nascentes além de outros serviços ambientais.

O mesmo autor salienta que o estudo das nascentes é importante para a manutenção da microbacia, e sua preservação juntamente com a da vegetação ao entorno do rio contribui para o reabastecimento e produção de água, além de propiciar uma melhor qualidade de vida para a população.

Rodrigues (2004) também retrata que o planejamento e manejo das microbacias são necessários e para isso é preciso o estudo e mapeamento das nascentes, da rede de drenagem, da influencia exercida pelas matas ciliares, da identificação da cobertura vegetal, entre outras.

Rocha (1999) afirma que o manejo integrado de bacias hidrográficas é uma sugestão educativa e corretiva para restaurar o meio ambiente deteriorado, recomendando as alternativas mais viáveis para a proteção e preservação da

natureza, bem como para melhorar a qualidade de vida humana e das comunidades, permitindo assim o uso dos recursos naturais.

As atividades agrícolas em uma microbacia, sejam elas para produção de alimento ou renda, competem com a restauração florestal. Para isso, é importante um bom planejamento conservacionista nas microbacias hidrográficas, visando a proteção das nascentes, solo, vegetação e controle das águas pluviais (RODRIGUES, 2003).

A preservação e recuperação da zona riparia, ecossistema de transição entre o ambiente terrestre e aquático, de uma microbacia também devem estar ligadas num planejamento criterioso de uso e ocupação do solo, para que a mesma produza água em quantidade e qualidade necessárias para o consumo humano e a manutenção de equilíbrio ecológico dos ecossistemas (ARCOVA, 2006).

Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, sendo ela de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e na qualidade. A sua análise permite interpretar alguns eventos ocorridos no decorrer da formação geológica. Entretanto, é essencial a proteção da água, por ser fundamental a todo ser vivo e para as atividades humanas (SANTOS, 2004).

A análise dos parâmetros da qualidade e quantidade de água de uma bacia hidrográfica é realizada por vários estudos desde a amostragem *in loco* até estimativas complexas por sensores remotos (MOREIRA, 2007).

Com o avanço tecnológico, a representação cartográfica e a análise geográfica, auxiliaram tais estudos com sua rapidez, precisão e eficiência, a partir de técnicas desenvolvidas no Sensoriamento Remoto, na Cartografia Digital, nos Sistemas de Informações Geográficas e, mais recentemente na internet, deixando os mapas mais dinâmicos e auxiliando nas análises das bacias hidrográficas (FLORENZANO, 2011).

Na busca de um desenvolvimento sustentável, o estudo e planejamento de uma microbacia é uma estratégia eficaz para execuções de ações ambientais, sociais e econômicas, envolvendo a recuperação de nascentes, recomposição e preservação de matas ciliares e ainda, a conservação do solo e da água da microbacia (BRASIL, 1987).

Portanto, a preservação dos ecossistemas naturais das microbacias hidrográficas, especialmente as Áreas de Preservação Permanente, forma bases

fundamentais para a produção dos serviços ambientais que permitem a sustentação da vida na natureza e contribui na preservação da biosfera (RODRIGUES, 2003).

## **2.2. Uso e Ocupação do Solo**

O homem tem modificado ambientes naturais corriqueiramente, transformando esses espaços por meio de derrubada das matas, implantação de pastagens e cultivos, construção de estradas, represas, canalização de cursos d'água e implantação de indústrias e áreas urbanas (DIAS, 2004).

Devido a tais impactos, surgiu o interesse em conhecer e estudar mais detalhadamente a distribuição geográfica dos solos para se ter um controle mais efetivo das terras, aplicando técnicas adequadas para evitar o desgaste natural. Desde então, muitas ferramentas têm sido usadas para o mapeamento dos solos, como os sensores remotos (MOREIRA, 2005).

Segundo Steiner (1970) *apud* Santos (2007), as primeiras classificações de uso e ocupação da terra surgiram a partir da década de 50, onde um grande número de trabalhos foram realizados através do uso de fotografias aéreas, as quais tornaram-se instrumentos de fundamental importância, para a compreensão e identificação da organização do espaço rural, bastante alterado frente ao desenvolvimento tecnológico agrícola.

Barros et al. (1996) também afirma que as imagens aéreas são úteis e desempenham papel importante na avaliação das mudanças ocorridas na ocupação do solo em uma região, num dado período, pois registram fielmente a paisagem num dado momento.

Já os níveis de percepção possibilitados pela resolução do registro dos sensores remotos auxiliam os estudos dos fatos geomorfológicos que contribuem para o conhecimento da fisionomia e a estrutura da paisagem local, sendo complementados por observação de campo (SILVA, 2000).

O mesmo autor salienta que tais estudos são eficazes para assegurar um manejo adequado do solo sem destruí-lo, visando sempre a seleção de alternativas para a conservação dos recursos naturais, a prevenção de impactos das ações antrópicas e regeneração da qualidade ambiental



O levantamento sobre o uso e a cobertura da terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2006).

O uso e ocupação do solo retratam as atividades humanas que podem significar impacto ambiental sobre os elementos naturais. Além disso, é uma ponte essencial para a análise de fontes de poluição e um elo importante de ligação entre as informações dos meios biofísico e socioeconômico (SANTOS, 2004).

Para Santos (2004), avaliar esses usos são necessários criar mapas que expressam a distribuição das atividades no espaço, que são elaborados a partir da interpretação de imagens de sensores remotos, sendo os dados modelados e trabalhados em um SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Segundo Amato e Sugamoto (2000) *apud* Nardini (2009) o planejamento do uso do solo de acordo com as exigências vigentes na legislação é um processo essencial, que visa à conservação dos recursos naturais. Esta afirmação tem mostrado ser válida em diferentes níveis de entendimento do problema, desde o município até a unidade de produção rural.

O levantamento de uso da terra é uma base para o planejamento físico de uma propriedade, esse procedimento facilita a identificação dos elementos de uso da terra quando realizado com fotos aéreas utilizando os pares estereoscópicos na sua interpretação (ROCHA, 1978).

O mau uso do solo, alterações nas funções dos ecossistemas e manejo inadequados geram sérios riscos à sua manutenção e limitações na sua sustentabilidade, além de impactos negativos no ambiente (Mendonça, 2005 citado por Santos, 2009).

Um dos fatores que mais afeta o solo é a condução das atividades agrícolas inadequadas, as quais acarretam erosões que empobrece o solo, tornando muitas vezes infértil, e assoreando os rios.

Portanto, o tipo de ocupação do solo nas diversas partes da superfície terrestre, segundo Politano *et al.* (1980) *apud* Campos (1993), afeta principalmente o clima, relevo, solos e atividades do homem. O conhecimento desta área de ocupação é muito importante para a programação de atividades que visam o desenvolvimento agrícola, econômico, social e ambiental da região em estudo.

### 2.3. Áreas de Preservação Permanente

Áreas de preservação permanente (APP) têm como função atender o direito fundamental do ser humano, um ambiente ecologicamente equilibrado, assegurado pelo art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988). Também são consideradas áreas naturais intocáveis, com rigorosos limites de exploração, ou seja, não é admitida a exploração direta.

O atual Código Florestal, Lei n °12.651/12, define Área de Preservação Permanente, em seu artigo terceiro, como toda área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o desenvolvimento da fauna e da flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Com o intuito de proteger e preservar essa vegetação, a mesma lei estabelece que a faixa marginal do curso d'água natural deverá ter a dimensão mínima de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura, já nas nascentes e dos olhos d'água perenes em qualquer que seja sua situação topográfica deverá possuir um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (BRASIL, 2012).

A vegetação é um elemento natural muito sensível às condições e tendências da paisagem, reagindo rapidamente às variações, ou seja, pode alterar em curto período de tempo e em pequenas distâncias. Sua análise permite avaliar as condições naturais do território e as influências antrópicas recebidas, interferindo na qualidade do meio (SANTOS, 2004).

Contudo, com o avanço da agricultura, pecuária e da urbanização, as áreas antes cobertas por vegetação, foram fragmentadas de forma desordenada, gerando sérios problemas ambientais. Neste cenário, as matas ciliares foram alvo da destruição e degradação (MOREIRA, 2007).

Mata ciliar é a vegetação que está estreitamente acoplada ao curso d'água, porém, seus limites não são facilmente demarcados. Essa faixa vegetativa atua como barreira física e bioquímica diminuindo a capacidade de transporte de sedimentos para um corpo de água, seu sistema radicular adsorve nutrientes e também é considerada uma importante fonte de sementes para o processo de regeneração natural. Assim, possui uma função ecológica na manutenção da microbacia hidrográfica, portanto, há uma razão

suficiente para justificar a necessidade de sua preservação e conservação (RODRIGUES e LEITÃO FILHO, 2001).

A importância ambiental das matas ciliares na manutenção da integridade dos recursos hídricos, representada por sua ação direta em processos que garantem a estabilidade da microbacia, a manutenção da qualidade e quantidade de água e dos ecossistemas associados, foi legalmente reconhecida pelo Código Florestal Brasileiro (1965) e alterada pela lei nº 12.651, a qual foi reformulada pela lei nº 12.727 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Assim sendo, a preservação da faixa vegetativa é de extrema valorização, pois impede a erosão de solos adjacentes, evitando a sedimentação e assoreamento do leito. Este último tem como consequência a perda de habitats aquáticos, o rebaixamento do lençol freático, a diminuição na vazão e o declínio da biodiversidade do sistema. A remoção da vegetação ciliar dos rios é maléfica não apenas devido ao assoreamento causado pela erosão, mas também porque o material em suspensão interfere na qualidade da água (ODUM, 1988).

Para uma avaliação adequada dessa vegetação é necessário um mapeamento para as tomadas de decisão relativas à conservação de ecossistemas naturais, expressando suas principais características importantes. Isso acontece através de um mapa que possui a fragmentação de uma área de forma homogênea para destacar os efeitos provocados por ações humanas ou naturais. Tais avaliações, segundo Santos (2004), têm um melhor resultado se analisado em datas diferentes, pois permite indicar as mudanças ao longo do tempo.

Portanto, a massa vegetativa entorno do rio é de extrema importância para a conservação da biodiversidade local, proporcionar maior infiltração da água favorecendo um rápido crescimento ciliar, além de proteger o curso d'água contra sedimentos entre outros (RODRIGUES, 2003).

## **2.4. Legislação Ambiental**

A legislação ambiental foi criada para proteger o meio ambiente contra os crimes provocados pelo homem, com o intuito de exploração exclusivamente de interesse pessoal. Essa interação da humanidade com o meio ambiente está cada vez mais

complexa e modificadora e tem-se acelerado substancialmente nos últimos anos (ANTUNES, 2012).

No entanto, recentemente, o homem passou a preocupar-se com a efetiva proteção dos recursos naturais e com suas próprias ações sobre a natureza. Uma vez que, segundo Antunes (2012), a Legislação Ambiental se preocupa com o meio ambiente natural juntamente com o ambiente humano.

O marco para essa transição é a Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano, elaborada durante a Conferência Nacional das Nações Unidas realizada em junho de 1972. Tal declaração expressa a obrigação do homem em proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras, também em realizar um planejamento adequado de ordenamento racional para a preservação da fauna e flora (DIAS, 2004).

O mesmo autor relata que no Brasil é possível identificar várias leis e normas que se preocupam com o meio ambiente como o Código Florestal (Lei nº 4.771/65) que visa à conservação dos recursos florestais, criando novas tipologias de áreas protegidas com as Áreas de Preservação Permanente, que permaneceriam intocáveis para garantir a integridade dos serviços ambientais e a Lei Estadual nº 997/1976 sobre o controle da poluição do meio ambiente.

Atualmente o Brasil possui as leis mais completas e avançadas sobre o meio ambiente. A estrutura da legislação ambiental brasileira foi implementada na década de 80, com a pretensão de exercer em toda a Federação esse controle das atividades ambientalmente impactantes, como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), a qual criou-se vários instrumentos de planejamento, gestão e fiscalização ambiental.

Outro marco histórico na legislação ambiental e repercutido até os dias atuais como diretriz é a Constituição Federal de 1988, que evoluiu as políticas ambientais e os estados e município passou a ter competência para formularem suas próprias políticas, a mesma disponibilizou um capítulo exclusivamente sobre o meio ambiente, iniciado pelo o art. 225 e seguido por parágrafos e incisos (MACHADO, 2013).

Diz-se um marco histórico, pois com a divulgação da Constituição Federal, dentre vários outros assuntos abordados pelo legislador naquela constituinte, foi disponibilizado espaço na lei para reconhecer que é direito de todos, portanto, agora protegido pela mais importante lei do País, um meio ambiente ecologicamente equilibrado

cuja defesa e preservação, torna-se, obrigação reconhecida do Poder Público e da coletividade para a presente e futuras gerações de brasileiros (FIORILLO, 2013), conforme dispõe o *caput* do art. 225:

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).

O art. 225, *caput*, da Constituição Federal, que defende o poder público sobre o privado se preocupou em direcionar o interesse em proteger o ambiente como um todo, para melhor aplicação concreta de suas normas. Além disso, descreve o meio ambiente (flora) como um bem público que pode ser explorado economicamente por toda a população respeitando os limites dos ecossistemas, sem sobrepor, o dever de obedecer à legislação, resguardando os recursos renováveis e a exploração não predatória dos recursos não renováveis (VALERI, 2003).

A Constituição Federal conta com outro fator importante sobre a proteção ambiental, o art. 5º, inciso XXIII, que dispôs sobre a necessidade da propriedade atender sua função social, permitindo ao proprietário o direito de exercer sua propriedade não somente em seu benefício individual, mas em prol do bem comum, que no âmbito ambiental significa a utilização preservando e protegendo o meio ambiente (RODRIGUES, 2009).

Na década de 90, um grande acontecimento conhecido como ECO 92, realizado no Rio de Janeiro, reuniu vários países pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), tal evento evidenciou os conceitos de ecologia com desenvolvimento sustentável, dando ênfase a sustentabilidade sócio-econômico-ambiental, sensibilizando os indivíduos sobre a importância de zelar a natureza para que as gerações futuras possam usufruir de seus recursos, ou seja, o ser humano tem direito a uma vida saudável e produtiva se estiver em harmonia com a natureza (FIORILLO, 2013).

Após a Rio 92, a política ambiental no Brasil se desenvolveu rapidamente com a aprovação da Lei de Crimes Ambientais ou Lei da Natureza (Lei nº 9.605/98), tal legislação se consolidou e a população brasileira junto com os órgãos

ambientais passou então a contar com um mecanismo para punição dos infratores do meio ambiente (DIAS, 2004).

Portanto, sendo à flora de extrema importância à sobrevivência do homem e do meio ambiente, protegendo os recursos hídricos, a influência na formação do solo como uma reserva de biodiversidade, conclui-se que o Estado e toda a coletividade têm o dever de preservá-la, além de restaurá-la onde ocorrer degradação que impeça o natural desenvolvimento de processos ecológicos. (FREITAS, 2009).

No entanto, mesmo com tantos avanços e excelentes conjuntos de leis ambientais, o Brasil, ainda, carece de uma estrutura sólida e eficaz no que se refere a prevenir e recuperar danos ao meio ambiente, ou seja, capacidade de fiscalizar e executar tais leis. Além disso, salienta Freitas (2009) a importância do acesso à informação ambiental para o cidadão ter efetiva participação na defesa do meio ambiente.

## **2.5 Geotecnologias**

As geotecnologias se destacam por sua funcionalidade, ou seja, são tecnologias novas ligadas às geociências, trazendo melhorias significativas no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processo de gestão, manejo e em muitos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico (FITZ, 2008).

A análise das características físicas de uma bacia hidrográfica é um instrumento importante para fornecer informações à gestão da mesma, promovendo intervenções no sentido de conservar os seus recursos naturais (GUERRA, 1980).

O mesmo autor sugere que para a realização do diagnóstico deve ter um conhecimento prévio do local utilizando para isso a geotecnologia que permite o emprego de diversas ferramentas disponíveis para a gestão e monitoramento das bacias hidrográficas de uma região e o aproveitamento dos recursos naturais presentes.

Para Miranda (2010) as geotecnologias permitem a obtenção e manipulação de informações espaciais, salientando como um instrumento importante para o monitoramento, levantamento e mapeamento dos recursos naturais.

Rosa (2005) define geotecnologia como um conjunto de tecnologias para coletar, processar e analisar informações como referência geográfica. Tais geotecnologias são compostas por soluções de hardware, software e peopleware que juntas constituem ferramentas para tomada de decisão.

A diversidade de fontes de dados espaciais e geotecnologias disponíveis na internet como cartografia digital, Sistemas de Posicionamento Global (GPS), sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitem integrar dados georreferenciados auxiliando no processo de gestão territorial e em aplicações diversas no ramo da ciência (FLAUZINO et al, 2010).

No entanto, Rocha (2000) afirma ser indispensável a utilização de forma integrada das ferramentas pertencentes às geotecnologias desenvolvendo metodologias de aplicabilidade e das mesmas no sentido de diagnosticar riscos ambientais em relação ao desenvolvimento da sociedade.

Vários trabalhos têm demonstrado a importância da utilização de geotecnologias como Flauzino et al (2010) para calcular e espacializar o potencial de erosões das terras, drenagem e retenção de umidade do solo; Moreira et al. (2008) contribuiu para a delimitação e caracterização da cafeicultura em Minas Gerais; Bargas e Matias (2012) auxiliou nos estudos relacionados às áreas verdes urbanas permitindo o tratamento espacial da mesma de forma ágil e preciso. Por sua vez, Gasparini et al. (2013) para identificar regiões de conflito do uso da terra com base na legislação ambiental (Áreas de Preservação Ambiental) do município de Seropédica-RJ.

O progresso tecnológico causou e ainda causa influencia nas pesquisas de modo geral, está relacionado ao início das geotecnologias, com destaque para os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e os avanços na área do Sensoriamento Remoto.

### **2.5.1 Sensoriamento remoto**

Sensoriamento remoto é uma ferramenta adequada na seleção de microrregiões homogêneas visando o estudo mais detalhado quanto as suas características físicas e químicas dos solos presentes, dos recursos hídricos, da vegetação local, entre outros. As técnicas dessa ferramenta e o seu potencial são vastos, pois pode ser utilizada para realização de planejamento do uso da terra, classificação dos solos, cartografia, etc (GARCIA, 1982).

Moreira (2005) define sensoriamento remoto como a tecnologia que alcança imagens, e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação

da energia refletida pela mesma. Essa tecnologia auxilia na medição à distância as propriedades espectrais dos alvos em estudo e seus fenômenos da superfície terrestre.

A distância dos alvos pode ser interferida na captação das imagens pelas nuvens, sendo comparado a uma barreira que impede a energia refletida pela superfície terrestre chegar até o satélite (FLORENZANO, 2011).

Fitz (2008) conceitua sensoriamento remoto como uma técnica que utiliza sensores para a captação e registro à distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre. Sendo que esses sensores são dispositivos capazes de capturar a energia refletida ou emitida por uma superfície determinada e registrá-la no formato digital, onde posteriormente serão armazenados, manipulados e analisados por um *software* específico.

Visto tais definições sobre sensoriamento remoto, Novo (2008) conceitua como sendo a aquisição de informações sobre objetos a partir da detecção e mensuração de mudanças que estes impõem ao campo eletromagnético. Essa obtenção ou extração de informações sobre fenômenos que ocorrem a distâncias é realizada por sensores.

Florenzano (2011) determina sensores como equipamentos que detecta e registra a radiação eletromagnética, gerando informações que possam ser transformadas em um produto de interpretação como imagens, gráficos, entre outros. Os dispositivos mais utilizados são aviões (para fotografias aéreas) e os satélites artificiais.

As fotografias aéreas foi o primeiro método de sensoriamento remoto a ser utilizado, mais precisamente no levantamento topográfico a partir de balões. O desenvolvimento da aviação aperfeiçoou os sistemas fotográficos (lentes, filmes e operação da câmera com o deslocamento do avião) e ocasionou um grande impulso ao uso de fotografias aéreas, principalmente na primeira guerra mundial (NOVO, 2008).

O mesmo autor relata que com o fim da guerra essa tecnologia, que antes era utilizada para vigilância e detecção de camuflagem, ficou disponível para o uso civil, possibilitando o levantamento de recursos naturais como o mapeamento de formações vegetais. Visto que a vegetação é a forma natural mais fácil de visualização, pois recobrimo o solo interage com a radiação eletromagnética responsável pela formação da imagem fotográfica.

As fotografias aéreas podem ser classificadas como pancromáticas, ou também definidas como preto e branco, suas informações estão relacionadas a variações



em tons de cinzas ou a variações de densidade, em se tratando de transparências, tais características dificulta a interpretação. Já as fotografias coloridas facilitam a interpretação, pois proporcionam ao intérprete uma visão mais nítida (perto da realidade) do objeto de investigação (MARCHETTI e GARCIA,1977).

Alguns trabalhos relatam a importância da utilização das fotografias aéreas para melhor avaliação do uso da terra, como Pollo (2013), análise de cobertura vegetal em florestas nativas, Cardoso (1988), e avaliação da evolução temporal para compreensão dos uso e ocupação do solo, Barros et al. (1992).

Com os avanços tecnológicos, especificamente nas pesquisas espaciais, resultaram em novos sensores baseados em fotodetectores e na possibilidade de se obter informações sobre a superfície terrestre a partir não mais de aviões, mas sim de satélites com capacidade de gravar e armazenar rapidamente os dados adquiridos (LIU, 2006).

Essas técnicas espaciais e de satélites avançaram rapidamente após a criação da NASA (National Aeronautics and Space Administration), eles são classificados como satélites geoestacionários, posicionados em um ponto fixo no espaço sincronizado com a rotação da Terra, e satélites de órbita polar, como o Landsat, SPOT e NOAA, os quais circulam de um pólo ao outro do globo terrestre, cruzando a linha do equador.

O Landsat é um dispositivo que coleta a radiação eletromagnética da superfície terrestre decompondo-a através de prisma, filtros e registram as intensidades em diferentes intervalos espectrais, usando tais valores para modular sinais. Existem em órbita dois tipos desse dispositivo, o Landsat 5 que possui imagens composta por sete bandas e o Landsat 7 composto pela mesma quantidade, porém com mais uma banda PAN, a qual melhora a resolução espacial (ROCHA, 2000).

O mesmo autor detalha as características e aplicações de cada banda existente, e também suas combinações para melhorar o estudo do intérprete, como as bandas 1, 2 e 3 que realça os corpos d'água e os sedimentos, as bandas 2, 3 e 4 define melhor os limites entre o solo e água, as bandas 3, 4 e 5 mostra aparentemente as mesmas da anterior, porém enfatizando mais a vegetação, e por último, as bandas 2, 4 e 7 ressalta a vegetação e discrimina sua umidade e a do solo.

O programa LANDSAT foi desenvolvido com a finalidade de se obter uma ferramenta prática e eficiente para o inventário e manejo dos recursos naturais

da Terra, ou seja, é até hoje uma das mais importantes fontes de dados de satélite devido à sua persistência temporal do programa, desde 1972 (LANG e BLASCHKE, 2009).

As imagens Landsat apresentam uma grande vantagem sobre as fotografias aéreas por não sofrerem o efeito da distorção tonal, ou seja, mantêm as características da resolução original da imagem sem deformidades causadas pelo processamento fotográfico (KOFFLER, 1983).

No Brasil, os estudos sobre o sensoriamento remoto aplicados na vegetação foram utilizados para obtenção de mapas temáticos da cobertura vegetal a partir de fotografias aéreas. Para tal procedimento, observou-se que a vegetação, água e o solo refletem, absorvem e transmitem radiação, possuindo variações de energia que assim é possível de distinguir os objetos terrestres nas imagens. Com isso, iniciou-se o desenvolvimento de novas técnicas como a de satélites, os quais atualmente auxiliam no mapeamento vegetal, uso e ocupação do solo, além de propiciar um estudo detalhado das Áreas de Preservação Permanente confrontando com a legislação ambiental (PONZONI e SHIMABUKURO, 2009).

Para tal procedimento, utiliza-se o geoprocessamento, que é o conjunto de elementos e dados referentes a uma área de estudo que permite a formação de um mapa através de uma computação eletrônica. Essa integração com informações atuais é possível adquirir mapas mais precisos e realizar um levantamento e acompanhamento do uso e ocupação do solo em áreas de difícil acesso (ASSAD e SANO, 1998).

Esse recurso é um ótimo instrumento para monitoramento de bacias hidrográficas, pois auxilia na localização do problema em questão, o qual consiste em um procedimento de baixo custo, permitindo através de um banco de dados a elaboração de planejamento ambiental para uma posterior gestão (DAINESE, 2001).

### **2.5.2 Sistemas de Informações Geográficas**

Na década de 80 os estudos sobre SIG (Sistemas de Informações Geográficas) foram caracterizados como cartografia de suporte limitado de banco de dados sendo que o modelo típico de trabalho era o mapa (cobertura de informação), sem a preocupação de gerar dados digitais. Com o passar dos anos, mais precisamente na década de 90, esse sistema estava associado a gerenciadores de banco de dados e também a pacotes adicionais para processamento de imagens. Perante a necessidade sobre esse

sistema, sua evolução foi caracterizada pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos com acesso a redes locais e remotas. Este aperfeiçoamento possibilitou a troca de informações entre instituições e os demais membros da sociedade (ASSAD e SANO, 1998).

O mesmo autor define Sistemas de Informações Geográficas como instrumentos computacionais que realiza análises de informações de diversas fontes criando um banco de dados georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e numa posição cartográfica. Esse instrumento tem uma gama de aplicações e pode ser utilizado como ferramenta para produção de mapas, suporte para análise espacial, banco de dados geográficos, entre outros.

Burrough (1986) determina SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas capazes de armazenar, manipular, transformar, analisar e exibir dados espacialmente distribuídos. Estes dados descrevem objetos e fenômenos em termos do posicionamento com relação a um sistema de coordenadas, de seus atributos, e das relações topológicas existentes. Entretanto, Bernhardsen (1999) ressalta que tais sistemas existiam antes do desenvolvimento dos sistemas computacionais, e que os SIG's evoluíram a partir de séculos de produções de mapas e da união de registros geográficos.

Para Liu (2006) SIG é um modelo matemático, constituído por ferramentas computacionais do geoprocessamento, construindo banco de dados digitais para o uso em planejamento de determinadas tarefas como o plano de expansão urbana, manejo para uma unidade de conservação e plano de desenvolvimento sustentável.

Fitz (2008) relata que SIG é um sistema formado por um conjunto de programas computacionais que integra dados, equipamentos e pessoas com a finalidade de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espaciais referenciados a um sistema de coordenadas conhecido. Também descreve que a evolução de SIG deve-se ao desenvolvimento do computador e de programas específicos (*software*) que resolve problemas de quantificação de maneira rápida e eficaz.

Os produtos de um SIG acoplados a um espaço físico pode ser trabalhado a fenômenos climáticos, humanos, sociais e econômicos, entre outros. Tais espaços brevemente mapeados podem auxiliar no reconhecimento de uma região, possibilitando o fornecimento de subsídios para uma futura tomada de decisões. Portanto, as aplicações desse sistema são diversas, como planejamento à gestão, ao monitoramento,

ao manejo, à caracterização de espaços urbanos ou rurais, e análise de cunho espacial por meio de mapas temáticos (FITZ, 2008).

Miranda (2010) acredita que o conceito de SIG ocorreu a partir de uma combinação de conceitos, idéias, práticas e percepções trazidas por indivíduos de formações diferentes, ou seja, sua essência se caracteriza pela interdisciplinaridade, uma vez que os estudiosos estavam interessados mais em sua tecnologia do que na teoria.

Diante dessa consideração, o autor identifica SIG (Sistema de Informação Geográfica) como uma ciência de informação espacial concentrando sua análise e modelagem. Também explica cada um dos seus termos, como sistema sendo um conjunto de componentes interligados com diferentes funções, a palavra informação definida como organização de dados para obtenção de mapas ou imagens, e por último, geográfica implica na localização dos dados.

Já Florenzano (2011) define Sistema de Informação Geográfica como um sistema computacional (*software*) que permite armazenar, integrar, processar, analisar, calcular áreas, visualizar e representar em formas de mapas informações georreferenciadas. Esse procedimento ajusta as informações em uma base cartográfica com um sistema de coordenadas, a qual tem utilidade na geração de informações espaciais para diferentes estudos e no planejamento de cidades, regiões e de diversos tipos de atividades e serviços.

Formaggio et al. (1992) estabelecem que o sistema de informação geográfica é a tecnologia mais promissora e atualizada de armazenamento e manipulação de informações temáticas sobre recursos naturais terrestres. As imagens de satélite, em conjunto com a avaliação de terras e um SIG compõem extraordinária ferramenta para verificar a adequação de uso das terras de uma região, viabilizando medidas governamentais de estímulo à intensificação de práticas conservacionistas nos locais onde os riscos detectados sejam maiores.

Esse sistema tem uma consideração ampla, de geoprocessamento que enfatiza principalmente noções de mapas e base de dados que proporciona ao homem adquirir informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente, além da identificação nas práticas de manejo do uso do solo para conservar e regenerar as Áreas de Preservação Permanente. (CURRAN, 1985).

Rocha (2000) descreve que um SIG possui duas formas distintas de representar dados espaciais, como vetorial (Vector) e matricial (Raster). O primeiro conta

com mapas compostos por pontos, linhas e polígonos, os quais representam um conjunto de coordenadas (Longitude e Latitude), com isso as imagens reais são graficamente representadas no modelo vetorial. Já o outro formato, possui uma matriz de células que estão associadas a valores que permite reconhecer objetos sob a forma digital, cada uma dessas células denomina-se pixel, tais valores são limitados de 0 a 255 e são utilizados para definir na tela ou na impressão.

Neste trabalho foram utilizados dois *softwares*, o CartaLinx que possui o formato vetorial e o IDRISI no formato matricial. Ambos foram utilizados para auxiliar no melhor desempenho e resultados. Lang & Blaschke (2009), ressalta que o formato matricial (raster) é importante para o tratamento de imagens, mas sua conversão em formato vetorial é necessário para designar pontos, linhas e polígonos, auxiliando principalmente na elaboração de mapas de uso do solo.

O *software* usado nesta pesquisa, mencionado anteriormente, foi o IDRISI, um dos *softwares* de geoprocessamento que associa funcionalidades direcionadas às aplicações em SIG (Sistema de Informações Geográficas) e ao processamento de imagens, com função de analisar, processar e visualizar os diversos tipos de dados. As ferramentas deste programa são úteis para decisão na gestão ambiental, no setor do planejamento sustentável de recursos naturais e demais aplicações.

Para Calijuri et al. (1994), o uso do IDRISI, além dos aspectos de agilidade, compatibilização de informações de diferentes fontes, serve para implantar um banco de dados informatizado e atualizado, contendo a evolução de evento no espaço e no tempo; além de permitir que o banco de dados seja permanentemente alimentado e atualizado com novas informações.

Rosa (2005) ainda complementa que o IDRISI reúne ferramentas nas áreas de sensoriamento remoto, SIG, geoestatística, apoio à tomada de decisão e análise de imagens geográficas, além disso, o usuário pode desenvolver programas específicos de forma a atender novas aplicações e, permite a migração de dados para outros *softwares*.

Com a evolução dos dispositivos de coletas de dados e o fácil acesso aos computadores as aplicações com o uso de SIG estão cada vez mais crescentes, como em aplicações sócio-econômicas (uso da terra, ocupação humana e atividades econômicas); em aplicações de gerenciamento (planejamento de tráfego, de obras públicas,

gerenciamento de recursos, entre outros); e aplicações ambientais (análise do meio ambiente e o uso de recursos naturais) (GIBOSHI, 2005).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Materiais**

##### **3.1.1. Área de estudo**

A microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado pertence a Bacia Hidrográfica do Tietê/Batalha, definida como Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 16 (UGRHI- 16) pela Lei nº 9.034/94. Localizada no interior do Estado de São Paulo, com distância de 288 Km da capital do estado, tem sua situação geográfica definida pelas coordenadas geográficas 49°06'33" a 49°09'54" de longitude W Gr. e 22°23'24" a 22°26'07" de latitude S, Figura 1.

Neste trabalho a microbacia hidrográfica foi estudada dentro do município de Piratininga que faz divisa com as cidades: Bauru, Agudos, Avaí, Paulistânia, Duartina e Cabrália Paulista, possuindo uma área de 1831, 27 hectares (ha).

A rede de drenagem da microbacia hidrográfica é de 4ª ordem, e escoar para o rio Batalha, juntamente com a estação de tratamento de esgoto do município. Um ponto relevante, próximo à área urbana apresentam grandes problemas em relação a

ocupação desordenada de suas margens como incidências de processos erosivos e de assoreamento.

Tais problemas não influenciam o abastecimento da cidade, pois é realizada por três poços artesianos, segundo a Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo (SABESP), localizada na Chácara Ibituruna. Portanto, essa é uma prática para combater a escassez de água, uma vez que os municípios aos redores sofrem com esse problema.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Aw - Clima Tropical com chuvas de verão – em que a temperatura do mês mais frio é superior a 18°C e o solo é classificado como Latossolo Vermelho (CEPAGRI, 2013).

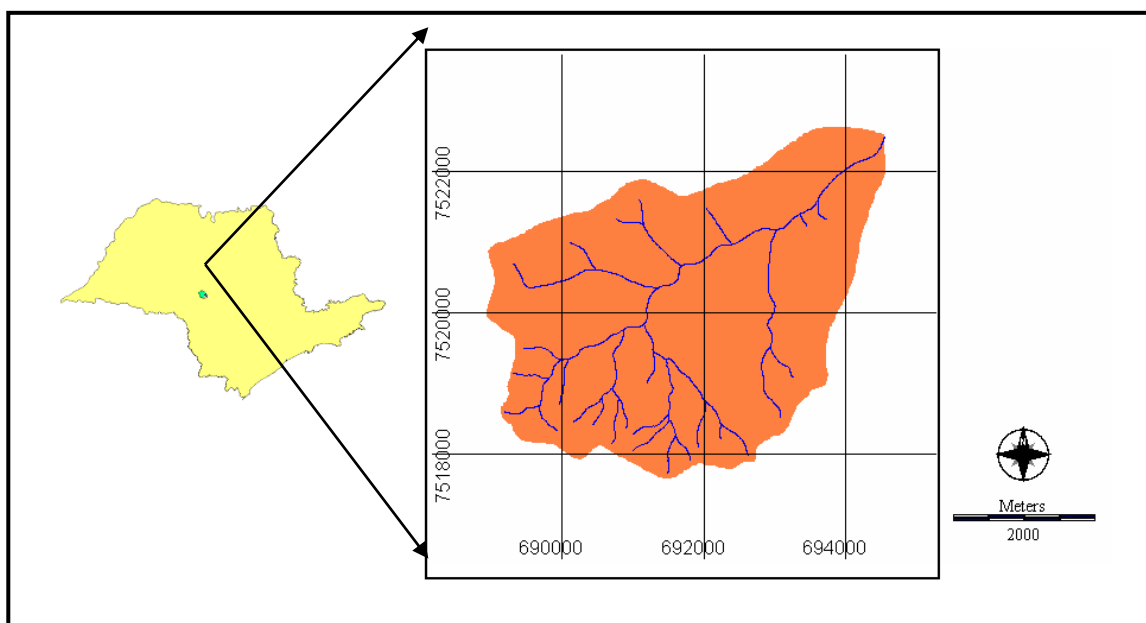


Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica do ribeirão do Veado- Piratininga (SP)

A delimitação da área da microbacia em estudo foi feita através da carta planialtimétrica de Bauru (SF-22-Z-B-I-4) em formato digital, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1973) em escala 1:50000, com distância vertical entre curvas de nível de 20 m que abrange o município de Piratininga.

Para a identificação e classificação das Áreas de Preservação Permanente, em especial a mata ciliar entorno das nascentes foi utilizada fotografias aéreas pancromáticas de 1972 e a imagem de satélite digital (Landsat 5) de 2011. O receptor GPS



de navegação também auxiliou no levantamento de coletas e confirmação das coordenadas dos pontos das nascentes adquiridas a partir da imagem de satélite.

### 3.1.2. Bases cartográficas

Os pontos de controle (coordenadas) para o georreferenciamento e os pontos de máxima altitude para a digitalização do limite da microbacia teve como base a carta planialtimétrica em formato impresso e digital, editada pelo Instituto de Geografia e Estatística – IBGE (1973), folha Bauru (SF-22-Z-B-I-4), Figura 2, em escala 1:50000 com equidistância das curvas de nível de 20 metros.

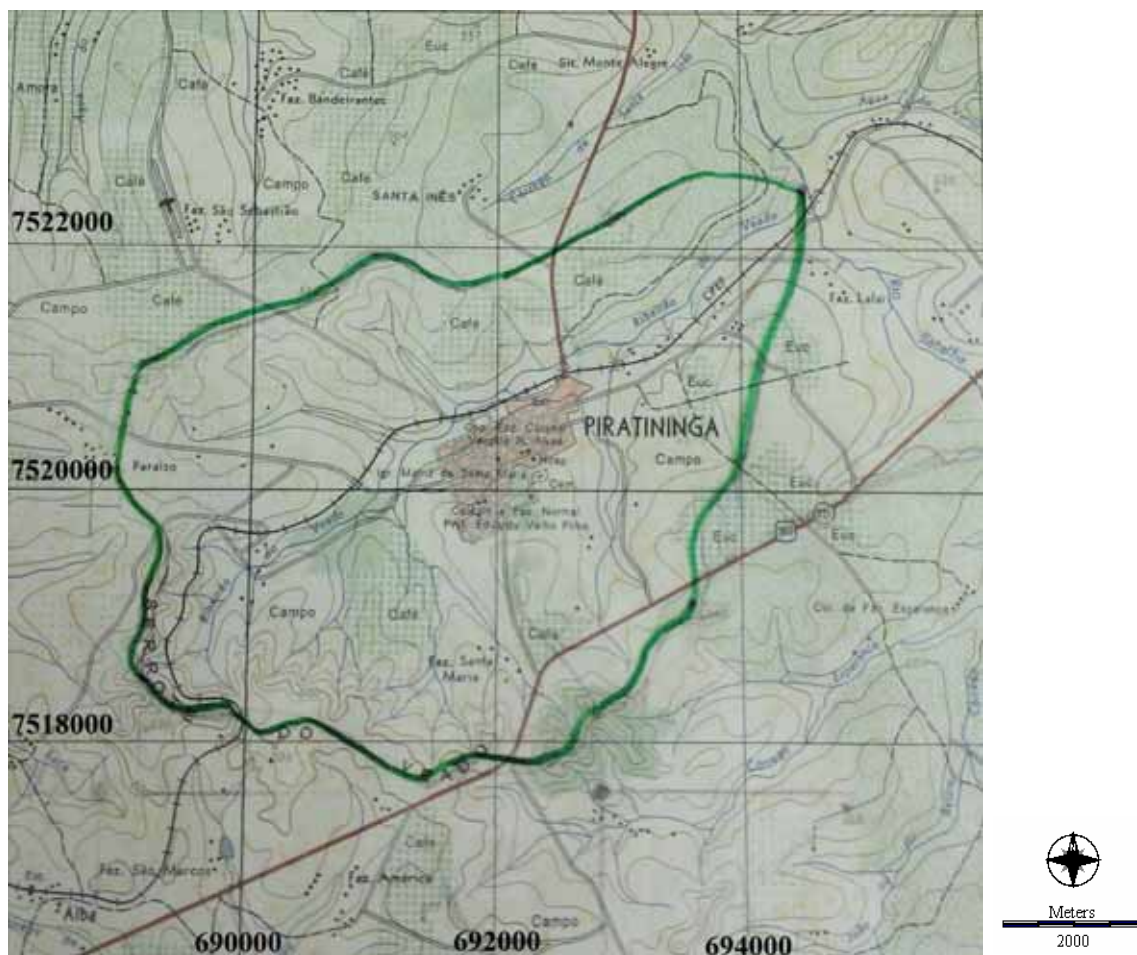


Figura 2. Delimitação da microbacia hidrográfica Ribeirão do Veado (linha verde), na carta planialtimétrica editada pelo IBGE.

### 3.1.3. Fotografias aéreas, Imagem de satélite

As áreas de cobertura vegetal, a área útil e a linha de vôo foram obtidas através de fotografias aéreas verticais pancromáticas do município de Piratininga – SP ano de 1972, Figura 3, em escala nominal aproximada 1:25.000 do IBC/GERCA (Instituto Brasileiro do Café/Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura) realizado pela VASP Aerofotogrametria S/A, Faixa (SP- 21-2B), fotos – 31263, 31264 e 31265. Foram utilizadas tais fotografias, para minimizar possíveis distorções tonais, as medidas foram realizadas somente em glebas situadas dentro da área útil de cada fotografia, ou seja, a área central compreendida entre o ponto principal e a metade do recobrimento, como mostra Garcia (1982), relatando que as fotografias são tiradas com um recobrimento na linha de vôo de 60% longitudinal e 30% lateral, fazendo com que um mesmo objeto apareça em duas imagens consecutivas.



Figura 3. Fotografias Aéreas pancromáticas de 1972 da área de estudo

Utilizou-se também imagem de satélite digital do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat-5 cedida pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais), em formato digital, Figura 4, sendo posteriormente georreferenciada (Sistema de Projeção UTM) nas bandas termais 3, 4 e 5 composição colorida R-G-B (*Red, Green,*

*Blue*), com resolução espacial de 30 x 30 metros, referentes à órbita 221, ponto 75, passagem de 22/06/2011.

Portanto, o georreferenciamento, a composição das bandas e o recorte da imagem de satélite, criação do mapa das áreas de preservação permanente e o cruzamento com o mapa dos usos do solo originando o mapa conflitivo das APP's foram realizadas com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas- IDRISI Selva, o qual realiza a conversão dos dados vetoriais em imagem raster.

O “software” CartaLinux foi utilizado para a digitalização do limite da microbacia, da rede de drenagem, da vetorização dos polígonos das áreas de diferentes usos de solo e das áreas de cobertura vegetal, obtidas através de imagens de satélite e de fotografias aéreas.

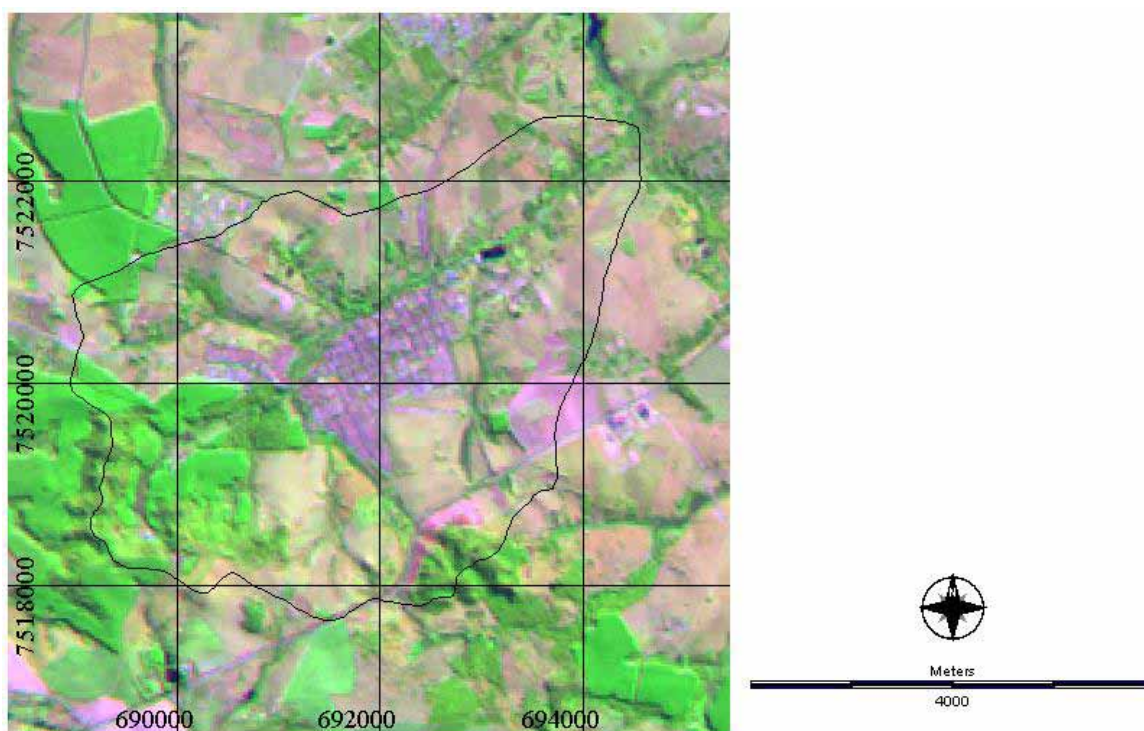


Figura 4. Área de estudo na Imagem de Satélite em 2011 pelo sensor TM do Landsat-5.

#### 3.1.4. Equipamentos

O processamento dos dados foi realizado num microcomputador Pentium, 500MHz, HD 13,0 Gb, 128 Mb de memória RAM, com saída para impressora a jato de tinta HP Deskjet 695 C. Para entrada das informações analógicas como limite da microbacia e áreas de cobertura vegetal foram utilizados o Scanner Genius Vivid Pro II.

No desenvolvimento do trabalho foi utilizado também um estereoscópio de espelhos modelo ST4 da marca WILD para observação estereoscópica de fotografias aéreas e um transformador aerofotográfico (Aerosketchmaster), Figura 5, da marca Carl Zeiss/Jena para realizar a transferência, dos elementos de interesse, das fotos para o mapa base (obtido da carta do IBGE em escala 1:50000), tal equipamento utiliza o modo redução, obtendo-se assim um mapa com escala corrigida.



Figura 5. Transformador aerofotográfico (Aerosketchmaster).

O GPS de navegação da marca *Garmin Etrex legend* fabricação Americano com precisão posicional de raio de 5m foi utilizado para realizar o levantamento de pontos cadastrados das nascentes localizada na microbacia hidrográfica Ribeirão do Veado, localizada no município de Piratininga. Para o registro fotográfico de

conflitos de uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente foi necessário a utilização de uma máquina fotográfica digital da marca SONY com 16.1 megapixels de resolução.

### 3.2. Métodos

#### 3.2.1. Georreferenciamento, delimitação da área da microbacia e rede de drenagem

O contorno da área da microbacia do Ribeirão do Veado – Piratininga (SP) foi realizado através da carta planialtimétrica do IBGE (1973), folha Bauru (SF-22-Z-B-I-4), em escala 1:50000, disponível no site do IBGE.

Para iniciar o georreferenciamento da carta em estudo, foi criado uma pasta no disco C do computador, com a finalidade de facilitar o desenvolvimento do trabalho, na qual a mesma foi salva no formato Bmp 256, em seguida abriu-se o programa Idrisi Selva utilizando o menu *“File/Import/desktop publishing formats/BMPidrisi”*, abrindo uma caixa com a descrição *“input”* para introduzir a carta no programa e o *“output”* para colocar o nome desejado e salvar.

Na sequência, o *“Reformat/Resample/ input reference”* foi acionado para introduzir a carta no programa, uma vez realizada tais procedimentos, com o botão *“retrieve GCP”* iniciou-se a colocação dos pontos para o georreferenciamento e o *“output”* mostra os valores, portanto este método é realizado para a reorganização de pontos de controle terrestre/georreferenciado. Após o término de todos os pontos, inseriu no campo *“input image”* a carta trabalhada e no *“output image”* o nome do objeto georreferenciado.

Todas as etapas no Idrisi Selva em que aparecer o campo *“input”*, as quais estão presentes na maioria das caixas de diálogo, determina que o usuário deva inserir o arquivo de interesse. Já no caso do *“output”*, o usuário utilizará este campo para nomear o novo arquivo criado, como uma espécie de *“salvar como”* dos demais programas.

No comando *“Ground control points (GCP)”* foi inserida a imagem não corrigida no *“input reference”* e em *“output reference”* os valores dos parâmetros de referência da imagem (números de linhas e colunas, coordenadas mínima e máxima, sistema de referência, unidade de referência e unidade de distância). Lembrando



que o total “RMS” significa o erro médio entre os pontos de controle, e não deve ser maior que a metade da resolução da imagem, no caso maior que dois.

Para finalizar e salvar, na caixa de diálogo “*composer/layer properties/palette file*” inseriu a carta georreferenciada.

Com o auxílio do “software” CartaLinx, ativou a carta pelo menu “*file/set default data path*”, em seguida introduziu a carta georreferenciada por “*file/image conversions*” em formato smp.

Já com a carta no programa, sua delimitação foi realizada pelos seguintes procedimentos; com o botão direito do *mouse* “*Begin arc*” iniciou o contorno da microbacia em estudo e antes de terminar o limite, novamente o botão direito do *mouse* “*finish*”. Finalizando o procedimento no menu “*preference/tolerance*” colocou-se os valores desejados.

A formação do polígono do limite desempenhado através do botão direito “*polígono locator*” do mouse no centro da microbacia já delimitada e salvar a área de estudo.

Para a rede de drenagem os procedimentos foram parecidos, porém, para cada afluente do rio principal foi designado uma linha com os botões “*Begin arc*” e “*finish*”. Outra diferença foi para a criação das tabelas onde para a rede de drenagem insere o caractere “arc” e para as nascentes “nodes”.

Finalizando essa metodologia, as figuras criadas no programa CartaLinx foram exportadas para o software Idrisi, e como foi mencionado anteriormente, as mesmas serão transformadas de vetor para raster (pixels).

### **3.2.2. Obtenção do mapa de uso e ocupação em fotografias aéreas pancromáticas de 1972.**

Foram utilizadas três fotografias aéreas pancromáticas do município de Piratininga-SP, de 1972, com escala nominal aproximada de 1:25.000, com recobrimento longitudinal de aproximadamente 60% e 30% na lateral, onde foram traçadas a delimitação da área útil, a drenagem e o uso e ocupação do solo.

A observação estereoscópica dos pares de fotografias aéreas verticais pancromáticas foi realizada com o auxílio do estereoscópio de espelho marca WILD, modelo ST4, contendo lentes de aumento de três vezes destacando os mínimos

detalhes da imagem em estudo. Inicialmente, foi feita uma montagem de todo o conjunto de fotografias aéreas verticais pancromáticas correspondentes à área da microbacia de estudo, para se ter uma visualização geral da mesma, sendo em seguida traçadas linhas de vôo e a delimitação da área efetiva, conforme Coelho (1972); depois, com auxílio da estereoscopia foram decalcadas, em filme de poliéster Terkron D-50 microns, o limite, a rede de drenagem e as áreas de uso e cobertura da Terra.

Para dar continuidade, realizou-se a transferência dos elementos de interesse decalcados das fotos para o mapa base (obtido através da Carta do IBGE em escala 1:50000) sendo efetuada com o auxílio do Aerosketchmaster Carl Zeiss/Jena, empregando o modo de redução 0,5 para conseguir um mapa com escala corrigida (Figura 6).

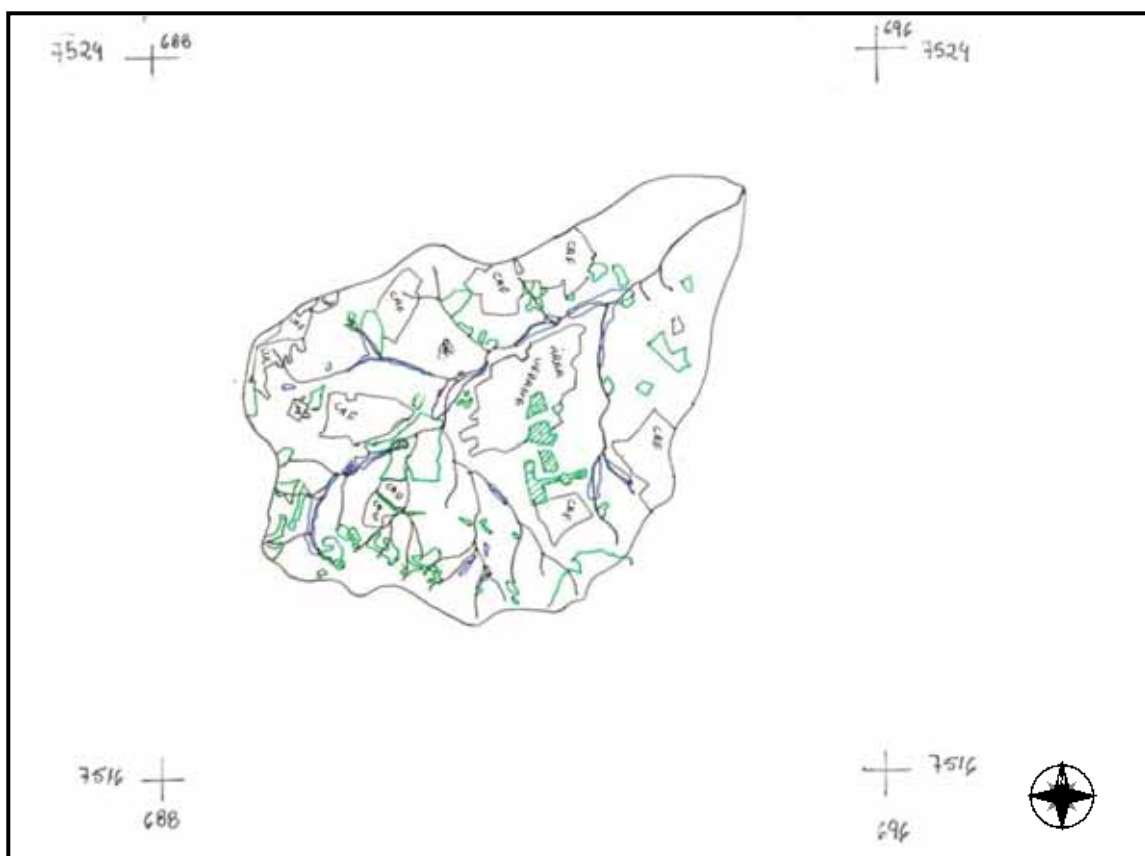


Figura 6. Mapa com escala corrigida relacionado as fotografias aéreas de 1972

Esses elementos de interesse foram scanerizado e importado para o Idrisi Selva, em formato BMP e georreferenciado através do indicador menu “Reformat/Resample” onde em “Output” obteve um mapa georreferenciado, onde os pontos de controle para o georreferenciamento foram escolhidos em pontos estratégicos na

carta planialtimétrica do IBGE, referente a Piratininga – SP, em escala 1:50.000 já georreferenciada anteriormente.

Em seguida, no software CartaLinx por meio do comando *“File/New Coverage/Coverag Based Upon Bitmap”* abriu o mesmo arquivo para iniciar o procedimento de delimitação dos elementos (Limite, rede de drenagem e das áreas de uso).

Para a rede de drenagem foram criadas linhas e para o limite e as áreas de uso e cobertura, polígonos. Para tal elaboração, designou-se uma tabela, através do menu *“Tables/Add Fields”* e em cada polígono através do comando *“polígono locator”* e *“feature properties”* inseria-se o número correspondente à classe de uso, como exemplo, número um para área urbana, número dois para mata, e assim sucessivamente.

### **3.2.3. Obtenção dos mapas de uso e ocupação do solo em imagem de satélite de 2011.**

A imagem utilizada para tal procedimento foi do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT-5, disponibilizada pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais), de 22/06/2011 da órbita 221, ponto 75, com a resolução espacial de 30 x 30 metros, atuando em sete bandas espectrais, porém, neste trabalho foram utilizadas as bandas 3, 4, 5, referente ao processo de composição da imagem RGB (Red Green Blue), pois estas apresentam uma melhor visualização nas discriminação dos alvos, segundo Rocha (2000), que relata que as mesmas mostram claramente os limite entre solo e água, evidenciando a vegetação na coloração verde-rosa. Além disso, cada banda possui uma coloração preto e branca, enquanto que uma combinação de banda é representa uma coloração, facilitando a visualização do pesquisador.

O georreferenciamento foi realizado em cada banda separadamente, utilizando-se para isso do modulo *“Reformat/Resample”* do SIG – Idrisi Selva, sendo os pontos de controle obtido nas cartas planialtimétricas do IBGE, referente ao município de Piratininga (coordenadas de referência reconhecida), mesmo procedimento realizado para a fotografia aérea. Em seguida, realizou-se a união das três bandas RGB (Red, Green, Blue), utilizando a função *“Composite”* do menu *“Display”* do IDRISI.

O próximo passo foi realizar o recorte da composição extraindo apenas a área da microbacia em estudo, utilizando a opção *“Reformat/Window”*.



Após o recorte da área de estudo, no software CartaLinx realizou-se o processo de delimitação dos elementos (limite, da rede de drenagem e das áreas de uso e cobertura). Para o limite e as áreas de uso e cobertura a forma é de polígonos enquanto que para a rede de drenagem, linhas, procedimento este citado anteriormente nas fotografias aéreas.

A imagens de alta resolução espacial disponibilizada por Google Earth (2011) foram utilizadas para auxiliar na interpretação visual das áreas de cobertura vegetal e também permitiu delimitar com mais detalhes as nascentes e os limites das áreas de interesse.

#### **3.2.4. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APPs)**

As Áreas de Preservação Permanentes ao longo dos cursos d'água e ao redor das nascentes da microbacia Ribeirão do Veado foram definidas a partir de *buffers* criados no SIG- Idrisi Selva, utilizando o menu *GIS Analysis*, ferramenta *Distance Operators- buffer*, inserindo um código para drenagem e outro para a nascente.

Isso proporcionou a criação de uma raio de 50m (metros) ao redor das áreas das nascentes e um buffer de 30m de cada lado da margem na drenagem ao longo do leito do rio em estudo, resultando no mapa de APPs, fundamentado pela Lei Florestal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, que considera essas áreas de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, situada em faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de trinta metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura e cinquenta metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura (BRASIL, 2012).

Em seguida, realizou-se uma sobreposição ou “*overlay*” dos dois *buffers*, um referente as nascentes (50m) e o outro, do curso d'água (30m) gerando assim o mapa final das APPs, com a opção “*Gis Analysis/mathematical operators/overlay*” encontrada no Idrisi Selva.

Para que toda APP tenha o mesmo identificador, realizou-se a reclassificação no menu GIS Analysis ferramenta Distance Operators – RECLASS.

### 3.2.5. Mapas de Conflito de Uso nas APPs

Foram consideradas sob uso conflitante todas as áreas cultivadas presentes nas APPs das nascentes e cursos d'água.

Para quantificar os tipos de uso conflitante foi utilizado álgebra de mapas (mapa de uso da terra x mapa final das APPs), tais procedimentos foram executados no IDRISI utilizando-se a ferramenta *Mathematical Operators - OVERLAY* do menu *GIS Analysis* e selecionou-se a opção matemática *First x Second*, operação essa que pode também ser denominada de sobreposição.

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 calculo de área. Isso a partir da ferramenta “Área” do menu “*Database Query*”, pertencente ao modulo “*Analysis*” do Sig-Idrisi.

Os procedimentos mencionados acima foram realizados para as fotografias aéreas de 1972, e em seguida para a imagem de satélite de 2011.

Os métodos para os usos conflitantes das nascentes foi o mesmo, exceto o cruzamento, que utilizou a sobreposição do mapa de uso da terra com o mapa das nascentes.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Mapeamento do uso e ocupação do solo até 1972.**

Em 1914, o café desempenhou o papel de pioneirismo, abrindo sertões e plantando as cidades, foi a base da economia do município de Piratininga, denominado na época de ouro verde. Já o algodão (ouro branco) teve sua cultura bem desenvolvida na década de 30, o qual era exportado para outros estados, mas sua ascensão terminou no final da década de 60, com a vinda da pecuária, ou seja, foi substituída quase totalmente para a realização de pastagem, mostrando sua extensão claramente na figura 7 (Rosa, 1981).

Um fator importante no município que não pode ser desprezado é a suposta descoberta de petróleo chamado de ouro preto, o qual foi um marco para a cidade, pois ao invés do petróleo foi descoberto águas termais, hoje denominado Thermas de Piratininga, com água sulfurosa de caráter medicinal, numa temperatura de 45 graus, acentuado teor de sal e cheiro de enxofre.

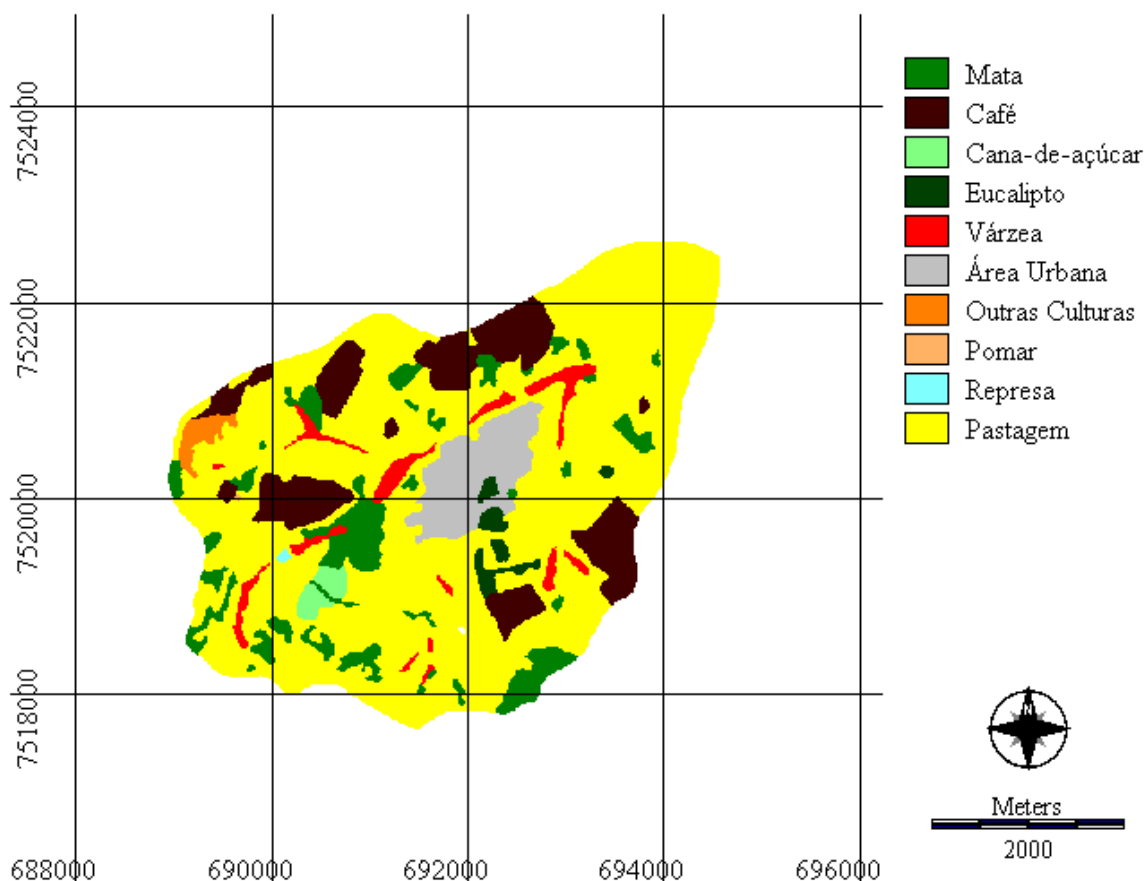


Figura 7. Mapa do uso e cobertura do solo obtido por fotografias aéreas de 1972.

O mapeamento das áreas de uso e ocupação do solo obtido por meio de fotografias aéreas referentes ao ano de 1972 na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado- SP totalizaram dez classes de uso, conforme a Figura 7. Os valores de uso e ocupação do solo obtidos em hectares (ha) e porcentagem (%) Tabela 1, demonstram que a pastagem, apresentou maior ocupação 1246,65ha (68,07%) da área da microbacia em estudo, em seguida, pelo café 212,41ha (11,60%); mata 156,67ha (8,56%); área urbana 100,95ha (5,51%); várzea 56,56ha (3,09%); eucalipto 24,42ha (1,33%); cana-de-açúcar 16,38ha (0,90%); outras culturas 15,49ha (0,85%); represa 1,37ha (0,07%) e por último o pomar com 0,37ha (0,02%).

A ação do homem modificando a paisagem natural até o ano de 1972 foi intensa, mostrada na Figura 7 e tabela 1, acarretando o uso das pastagens e do café onde a sua soma representa 1459,05ha (79,67%) da área da microbacia estudada, enquanto que as áreas naturais de mata e várzea unidas somam 213,23 ha, totalizando 11,65% da microbacia.

Tabela 1: Distribuição das áreas e porcentagens de uso e ocupação do solo em 1972.

| Usos            | Área           |            |
|-----------------|----------------|------------|
|                 | (ha)           | (%)        |
| Mata            | 156,67         | 8,56       |
| Café            | 212,41         | 11,60      |
| Cana-de-açúcar  | 16,38          | 0,90       |
| Eucalipto       | 24,42          | 1,33       |
| Várzea          | 56,56          | 3,09       |
| Área Urbana     | 100,95         | 5,51       |
| Outras culturas | 15,49          | 0,85       |
| Pomar           | 0,37           | 0,02       |
| Represa         | 1,37           | 0,07       |
| Pastagem        | 1246,65        | 68,07      |
| <b>Total</b>    | <b>1831,27</b> | <b>100</b> |

Na década de 70, o município de Piratininga estava em constante desenvolvimento, principalmente na agricultura e pecuária, devido à vinda de novos investidores (ROSA, 1981). A economia da cidade era fundamentalmente agrícola e se baseava na cafeicultura, como mostra a Tabela 1, com 11,60%, sua principal riqueza. A pastagem atinge um número expressivo com 1246,65 ha ocupando 68,07% da área de estudo, que abriga a pecuária, a avicultura e a suinocultura.

Devido essa economia o comércio era composto de indústrias de pequeno porte apresentado por indústrias de fios de algodão e plástico, abatedouro de aves e agropecuária, indústria e comércio de rações balanceadas, agroindustrial – agricultura, pecuária e produção e engarrafamento de aguardente para exportação (ROSA, 1981).

A visualização da ocupação com a cana-de-açúcar na coloração verde claro Figura 7 e valores na Tabela 1, demonstram que esta cultura possuía uma pequena área de 16,38ha, representando 0,90% da área de estudo, mostrando ser uma cultura pouco representada na época em relação ao café e pecuária, e também era muito utilizada para alimentar os animais.

A área de cobertura, mata, representada pela coloração verde, é vista em uma área de 156,67ha, ocupando 8,56% da área de estudo, ficando evidente que, a pastagem e o café eram mais importante economicamente naquela época, e não existia preocupação em conservar e preservar as áreas verdes. Uma vez que as madeiras eram retiradas para exportação, fabricação de lenha e móveis, todos nos limites das fazendas,

citada por Senis (1928), e entre elas se encontravam algumas madeiras de lei como cedro, peroba, canela e cabreúva.

O Brasil nesse período, segundo Dias (2004), já possuía o Código Florestal (Lei nº 4.771/65) que apontava a importância da conservação dos recursos florestais, mas não havia punição e fiscalização suficiente.

Com 100,95 hectares (5,51%) de área urbana, coloração cinza, a valorização do imóvel era de grande importância, pois o município desponta no âmbito regional, graças a riqueza de seus recursos e comodidades oferecidas na época.

O eucalipto, representado pela coloração verde escura com 24,42ha, ocupando 1,33% da área de estudo, não tinha tanto valor no âmbito comercial e florestal.

A classe representada por outras culturas foi classificada com área de 15,49ha, ocupando 0,85% da área de estudo, estando presente em propriedades particulares, como as fazendas. O mesmo vale para a classe que representa a menor ocupação, o pomar, na coloração laranja claro, que possui uma área de 0,37 ha (0,02%), sendo essa de consumo pessoal da pequena propriedade particular, já que na década de 30 todas as fazendas aos redores do município possuíam seu próprio pomar, geralmente de laranja, abacaxi e banana.

#### **4.2. Mapeamento do uso e ocupação do solo até 2011.**

O mapeamento das áreas de uso e ocupação do solo obtidos por meio de imagem de satélite referente ao ano de 2011 na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado- SP totalizaram onze classes de uso, conforme a Figura 8.

Os valores de uso e ocupação do solo obtidos em hectares (ha) e porcentagem (%) Tabela 2, demonstram que a pastagem, apresentou maior ocupação 1061,32ha (57,96%) da área da microbacia em estudo, em seguida, pela mata 314, 44ha (17,17%); área urbana 189,83ha (10,37%); eucalipto 158,44ha (8,65%); várzea 59,20ha (3,23%); cana-de-açúcar 20,48ha (1,12%); rodovia 13,96ha (0,76%); café 6,65ha (0,36%); solo exposto 3,42ha (0,19%); lago 2,44ha (0,13%) e por ultimo o pesqueiro com 1, 09ha (0,06%).

A figura 8 mostra nitidamente as mudanças ocorridas ao longo do tempo, evidenciando a permanência da pastagem como uso dominante, segundo a tabela 2,

com 1061,32 ha ocupando 57,96% da área de estudo, uma vez que essa região prevalece a criação e o comércio do gado.

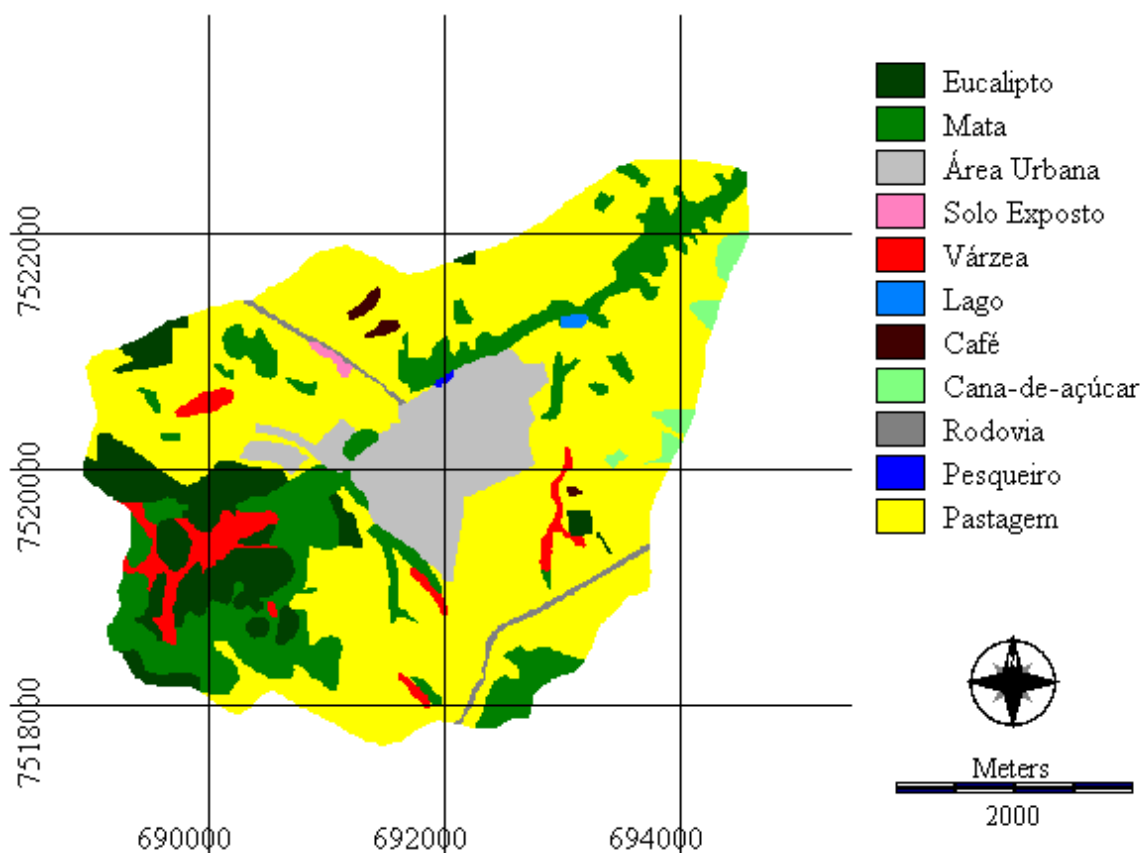


Figura 8. Mapa do uso e ocupação do solo obtido por imagem de satélite de 2011.

Um fator importante é o aumento da mata agora com 314,44ha, ou seja, 17,17% da microbacia, essa diferença é explicada pela substituição de parte das áreas de pastagens e café como mostra a figura 7 e foram favorecidas pelos programas da Prefeitura Municipal de Piratininga, por meio da Coordenadoria Municipal das Atividades Agrícolas que desenvolveram atividade para a recuperação da mata, obtendo assim o Certificado de Município Verde.

Percebeu-se também que as matas se encontram ao longo do leito do rio principal, conforme a figura 8, que segundo Rodrigues e Leitão Filho (2001), esta vegetação acoplado ao curso d'água funciona como uma barreira diminuindo o transporte de sedimentos para o corpo d'água, além de seu sistema radicular fixar nutrientes no solo.

Já as áreas ocupadas por eucalipto tiveram um crescimento de 7,32% comprovando sua utilização para o reflorestamento municipal. O mesmo aconteceu

com o cultivo da cana-de-açúcar para alimento bovino, porém em menor escala (0,22%), devido ao elevado crescimento comercial de gado na região.

Tabela 2: Distribuição das áreas e porcentagens de uso e ocupação do solo em 2011.

| Usos           | Área           |            |
|----------------|----------------|------------|
|                | (ha)           | (%)        |
| Eucalipto      | 158,44         | 8,65       |
| Mata           | 314,44         | 17,17      |
| Área Urbana    | 189,83         | 10,37      |
| Solo Exposto   | 3,42           | 0,19       |
| Várzea         | 59,20          | 3,23       |
| Lago           | 2,44           | 0,13       |
| Café           | 6,65           | 0,36       |
| Cana-de-açúcar | 20,48          | 1,12       |
| Rodovia        | 13,96          | 0,76       |
| Pesqueiro      | 1,09           | 0,06       |
| Pastagem       | 1061,32        | 57,96      |
| <b>Total</b>   | <b>1831,27</b> | <b>100</b> |

Observando as figuras 7 e 8, tabelas 1 e 2, constatou-se que a mata e o eucalipto substituíram parte da pastagem e quase todo o cultivo do café, anteriormente predominante cultura econômica do município.

No mapeamento da área urbana verificou-se que houve um aumento de 4,86% no período de (1972-2011), Tabelas 1 e 2 respectivamente, nesse período programas habitacionais foram criados, condomínios no limite da cidade e também as colônias das fazendas migraram para áreas urbanizadas, mostrando um avanço no crescimento da cidade, a qual consta com alguns condomínios e novas vilas ao seu redor.

A presença de um lago com 2,44ha na figura 8 e tabela 2, está localizada no Termas de Piratininga, para os banhistas usufruírem, chamando a atenção aos turistas da região, além dos munícipes.

Outro fator que enfatiza a cidade turística é o pesqueiro localizado dentro da cidade com 1,09ha, utilizado para o lazer da população.



### 4.3. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs)

As APPs na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado, Piratininga-SP, foram calculadas com a relação a largura da faixa de mata ciliar a ser preservada, como um valor ideal baseado na Lei Florestal nº 12.727, a qual institui que as APPs para as nascentes deve ter um raio de 50 metros e para os cursos d'água em 30 metros de cada lado (BRASIL, 2012).

A microbacia possui uma área total de preservação permanente relativa à 215, 61ha (Tabela 3), dos quais 12,26ha (5,69%) são compostas por áreas de nascentes e 203,35ha (94,31%) áreas de preservação permanente ao longo dos cursos.

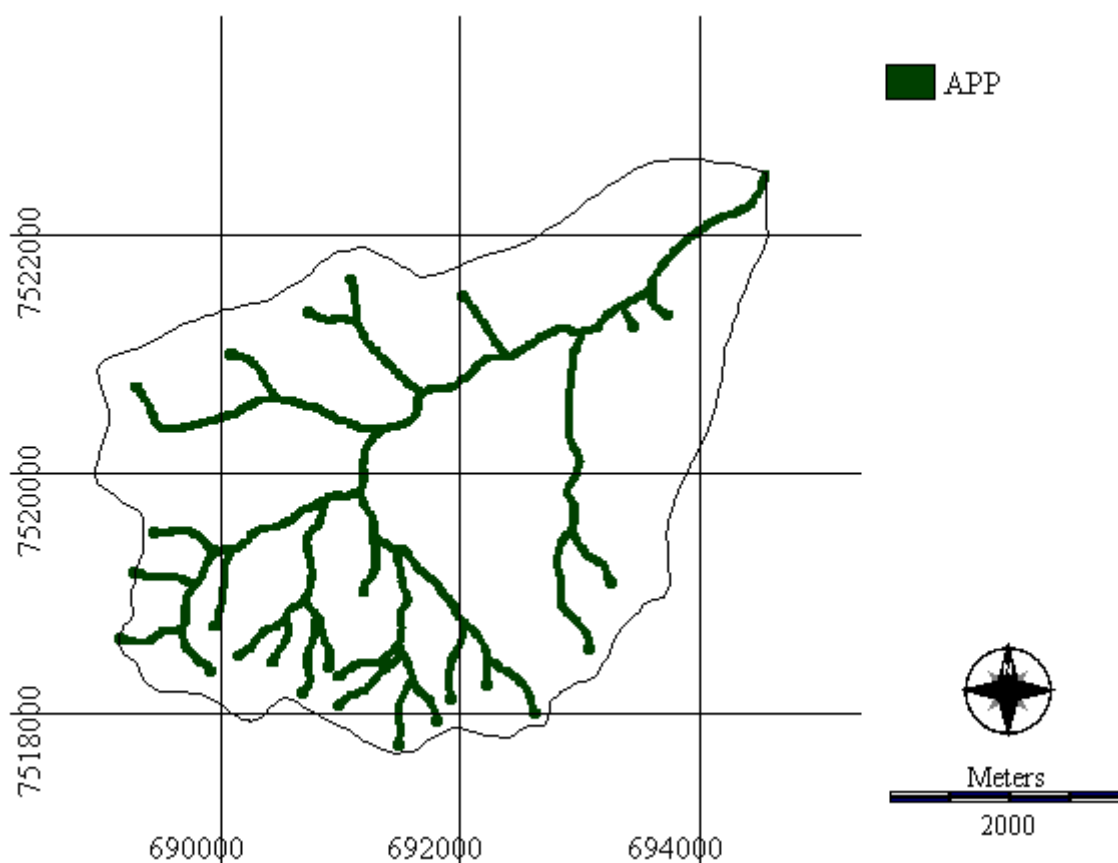


Figura 9. Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo da drenagem e ao redor das nascentes na microbacia hidrográfica Ribeirão do Veado - SP.

#### **4.4. Mapeamento de Conflito de Uso do solo em APPs ao longo da drenagem e ao redor das nascentes no período de 1972 até 2011**

As áreas de conflito de uso foram consideradas as áreas alteradas por ação do homem, sendo elas, as classes de café, cana-de-açúcar, eucalipto, área urbana, outras culturas, represa, pastagem, lago, rodovia e pesqueiro localizadas em Áreas de Preservação Permanente.

Essas classes de uso e ocupação do solo consideradas conflitantes presentes em APPs segundo a legislação deveriam possuir valores nulos, ou seja zero percentual, o que não ocorre na nesta microbacia.

A Figura 10 apresenta os mapas de conflitos de uso do solo em APPs no período de 1972 constando dez usos e no período 2011 com onze usos, tais mapas mostram nitidamente a intervenção antrópica provocando alterações no meio.

Em 1972, como mostra a tabela 3, apresenta um total de conflito de uso de 154,62ha com 8,44%, já para o ano de 2011, um conflito de 123,44ha com um total de 6,74% do total das áreas destinadas as APPs.

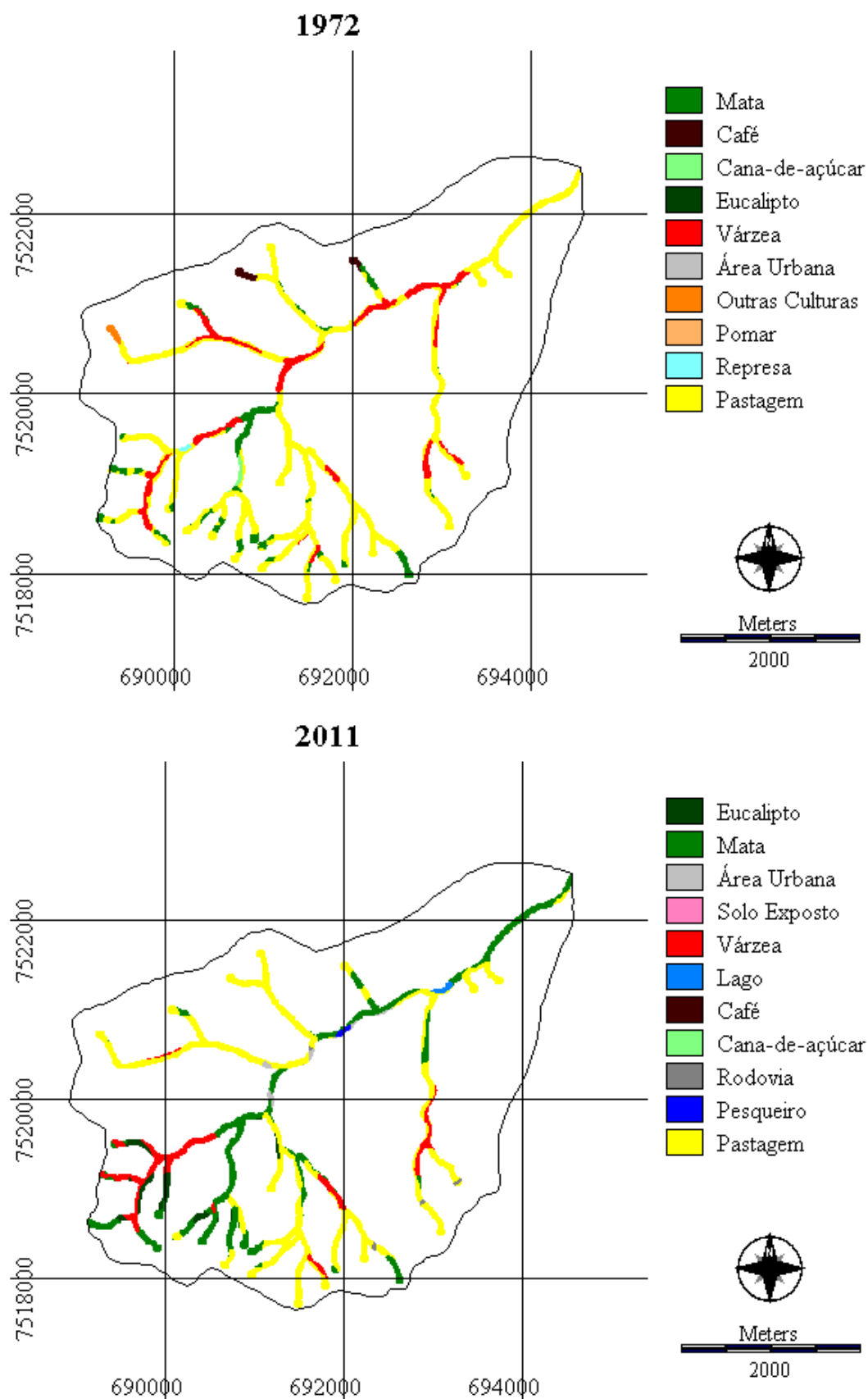


Figura 10. Mapas de conflitos de uso do solo em APPs na microbacia Ribeirão do Veado-SP, nos anos de 1972 e 2011.

Tabela 3. Conflitos de uso do solo em APPs na microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado - SP nos anos de 1972 e 2010.

| Classes de Uso<br>do solo | APPs          |            |               |            | Conflitos nas APPs |            |               |            |
|---------------------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------------|------------|---------------|------------|
|                           | 1972          |            | 2011          |            | 1972               |            | 2011          |            |
|                           | ha            | %          | ha            | %          | ha                 | %          | ha            | %          |
| Mata                      | 24,70         | 11,46      | 65,27         | 30,28      | —                  | —          | —             | —          |
| Café                      | 3,16          | 1,47       | —             | —          | 3,16               | 2,04       | —             | —          |
| Cana-de-açúcar            | 1,34          | 0,62       | —             | —          | 1,34               | 0,87       | —             | —          |
| Eucalipto                 | —             | —          | 9,70          | 4,50       | —                  | —          | 9,70          | 7,86       |
| Várzea                    | 36,29         | 16,83      | 2,90          | 12,47      | —                  | —          | —             | —          |
| Área Urbana               | —             | —          | 3,07          | 1,42       | —                  | —          | 3,07          | 2,49       |
| Outras Culturas           | 1,86          | 0,86       | —             | —          | 1,86               | 1,20       | —             | —          |
| Pomar                     | —             | —          | —             | —          | —                  | —          | —             | —          |
| Represa                   | 0,76          | 0,35       | —             | —          | 0,76               | 0,49       | —             | —          |
| Pastagem                  | 147,50        | 68,41      | 107,05        | 49,65      | 147,50             | 95,40      | 107,05        | 86,72      |
| Solo Exposto              | —             | —          | —             | —          | —                  | —          | —             | —          |
| Lago                      | —             | —          | 1,32          | 0,61       | —                  | —          | 1,32          | 1,07       |
| Rodovia                   | —             | —          | 1,24          | 0,58       | —                  | —          | 1,24          | 1,00       |
| Pesqueiro                 | —             | —          | 1,06          | 0,49       | —                  | —          | 1,06          | 0,86       |
| <b>Total</b>              | <b>215,61</b> | <b>100</b> | <b>215,61</b> | <b>100</b> | <b>154,62</b>      | <b>100</b> | <b>123,44</b> | <b>100</b> |

Um fator importante foi o aumento considerável das áreas de vegetação natural nas APPs de 1972 para 2011, passando de 11,46% para 30,28% do total, reflexo da legislação ambiental que vem surtindo efeitos positivos, pois houve um aumento de aproximadamente 19% de mata, mas a mesma não está sendo totalmente preservada segundo as leis vigente.

Isso é mostrado na figura 11, representado pela letra (A), em que visualiza a formação de um maciço florestal, porém a APP não está isolada e não obedece a legislação.



Figura 11: Conflito de uso do solo em APP ao longo da drenagem.

Na letra B o manancial está totalmente assoreado, devido a construção de patamares para a instalação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano – CDHU.

A plantação de eucalipto, letra C, é uma área destinada a reflorestamento pertencente a Duratex.

Para melhorar essa situação, a primeira alternativa a ser realizada é o isolamento das Áreas de Preservação Permanente e, posterior conservação. Um estudo prévio da área seria necessário para evitar um outro erro de construções habitacionais em local de APP.

Ainda na tabela 3, percebeu que as áreas de pastagem, em 1972, foram a que mais avançaram sobre as APPs com 147,50ha (95,40%) de conflito de uso, pois a pecuária, a avicultura e a suinocultura eram a economia que prevalecia na época.

Mesmo com o passar dos anos essa cultura permaneceu dominante com 86,72% (107,05ha) ocupando o espaço da cultura de café e cana-de-açúcar porque na região o comércio da criação de gado é muito lucrativo e está expandindo a cada ano.

O eucalipto vem crescendo gradativamente na área de estudo com 7,86% (9,70ha) invadindo a áreas de Preservação Permanente, devido a vinda da Duratex, que utiliza uma área exclusivamente para esse cultivo no intuito de reflorestamento.

A figura 12 ilustra a plantação de eucalipto que se localiza dentro do município de Piratininga, e aos redores da Área de Preservação Permanente. Isso é um grave problema, segundo Vital (2007), já que as plantações são realizadas às beiras do córrego, o que acaba por ressecar o solo, pois o eucalipto necessita de muita água para o seu desenvolvimento.

O mesmo autor salienta que como o eucalipto está sendo plantado visando-se unicamente uma maior rentabilidade econômica possível, depois de alguns anos a plantação é cortada, deixando o solo empobrecido e exposto a erosão, causando enormes impactos ambientais negativos na região onde estava sendo cultivada a floresta.

A plantação de eucalipto em lugar improprio pode causar graves problemas ambientais que repercuti na qualidade de vida da população, por isso um estudo prévio do local de inserção e uma rígida fiscalização são alternativas para solucionar essa problemática.



Figura 12: Plantação de eucalipto na APP da microbacia Ribeirão do Veado.

O município de Piratininga-SP, localizada na microbacia em estudo, como toda cidade, está em constante expansão, isso é expresso na tabela 3, com a presença de um lago 1,07% (1,32ha), criação de pesqueiro 0,86% (1,06ha) para lazer e rodovias 1% (1,24ha), as quais estão sendo ampliados pela CART (Concessionária Auto Raposo Tavares), totalizando 2,93% (3,62ha) das áreas de APPs.

As áreas de conflito de uso nas nascentes foram consideradas as áreas antropizadas com o passar dos anos, figura 13, devido a erosões, crescimento da área urbana, assoreamento, cultivo e presença de criação bovina.

O estudo das nascentes foi realizado nessa pesquisa, pois segundo Lima (1996), é importante para a manutenção da microbacia e preservação da vegetação entorno do córrego, contribuindo para o abastecimento e produção de água para melhor qualidade de vida de uma população.

A área de estudo possui vinte oito nascentes, Figura 13, representando um total de 20,72 ha, Tabela 4, mostrando que tanto em 1972 (13,77ha) e 2011 (12,96ha) o uso de maior conflito com a APP foi a pastagem com um total de 85% e 96,14% respectivamente.

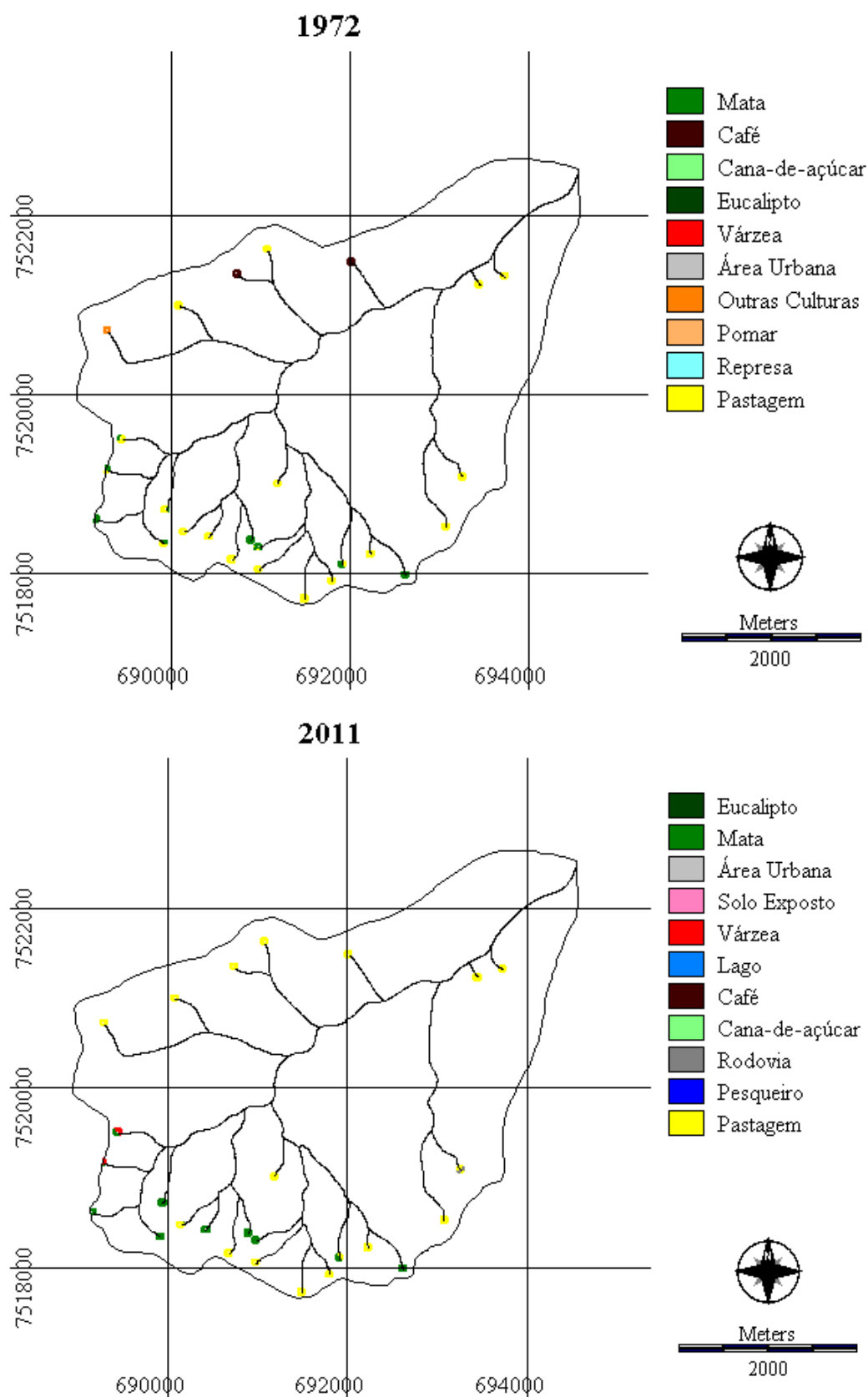


Figura 13. Mapas de conflitos de uso do solo em APPs nas nascentes da microbacia Ribeirão do Veado-SP, nos anos de 1972 e 2011.



A seguir, algumas figuras ilustram os conflitos de uso do solo sobre as Áreas de Preservação Permanentes nas nascentes ocorrentes na área estudada.

A pastagem confronta com a mata ciliar existente na APP da nascente Ribeirão do Veado (letra A) e com a taboa (letra C), onde está localizada um sítio, Figura 14, além disso, na letra (B) observa-se o manejo de bovino, indicando uso da área por pastagem com acesso facilitado a nascente.



Figura 14: Conflito de uso do solo na nascente do Ribeirão do Veado

As nascentes devem ser isoladas para impedir o contato com os animais, pois seus dejetos contaminam a água. Outro fator importante da proibição do gado nas nascentes é para evitar a degradação do solo que resulta na compactação e erosão do mesmo.

A figura 15 é representada por uma outra nascente pertencente a microbacia Ribeirão do Veado que também evidencia vestígios de destruição do solo e ressecamento da mesma devido a circulação de bovinos no local sem isolamento.



Figura 15: Ressecamento da nascente e introdução de bovinos.

A microbacia estudada é exemplo do impacto ambiental que o homem está causando ao meio ambiente, isso implica na retirada da cobertura vegetal para inserção de pastagem, ou seja, cultivo do gado. Este último, forma trilhos provocando erosão e assoreamento (CASSETI 1991).

Uma forma de reverter essa situação é a construção de cercas, fechando a área da nascente, num raio de 50 metros, segundo a legislação vigente, a partir do olho d'água, evitando assim, a entrada dos animais, e por conseguinte, o pisoteio e compactação do solo.

A figura 16 apresenta o conflito de uso de solo na nascente Ribeirão do Veado próximo a Avenida Eleazar Correa de Moraes, onde a área confrontante é a pastagem, e as condições encontradas no local são APP não isolada, poucas árvores, predominância de taboa, pastagem degradada e ausência de prática conservacionista.



Figura 16: Conflito de uso de solo na nascente Ribeirão do Veado próximo a Avenida Eleazar Correa de Moraes.

Do outro lado da mesma avenida se encontra uma nascente, figura 17, com área de pastagem conflitante, Área de Preservação Permanente não isolada com poucas árvores, bambu e predomínio de taboa.



Figura 17: Conflito de uso de solo na nascente Ribeirão do Veado próximo a Avenida Eleazar Correa de Moraes.

Após analisado as nascentes das figuras 16 e 17, conclui-se que ambas precisam de isolamento e recuperação da vegetação ciliar para melhorar a quantidade e qualidade da água no local.

A nascente da figura 18 não obedece a legislação, principalmente por falta de proteção ciliar, encontrando predomínio de bambu e evidências de ações antrópicas como captação de água para irrigar o pomar existente no local.



Figura 18: Ação antrópica na nascente Ribeirão do Veado.

No decorrer da pesquisa foi visto a importância da preservação da vegetação ciliar, não somente para a natureza mas também para a qualidade de vida de uma população, que segundo o art.225 da Constituição Federal de 1988, é direito de todos, por isso, a restauração da faixa vegetativa ao redor da nascente seria a primeira solução, seguida da retirada da canalização presente para irrigação do pomar.

A figura 19 exhibe com clareza o caminho percorrido pelo gado até a nascente devido à falta de isolamento da APP, prejudicando o desenvolvimento da vegetação local e, conseqüentemente sua perda gradativa. Outro fator importante, que evidencia ação antrópica no meio, é o cruzamento da rede elétrica em área de APP.





Figura 19: Uso de conflito na área de APP e cruzamento de rede elétrica.

A má utilização e ocupação do solo, bem como outras atividades antrópicas desenvolvidas na área de drenagem (reflorestamento econômico, implantação de monoculturas e pecuária), podem afetar a qualidade das águas, devido aos processos de erosão nas margens e assoreamento do leito dos rios.

No período de 39 anos, a mata presente nas nascentes teve um aumento de 9,16% da área total, mais uma vez comprovando que a legislação em vigor está surtindo bons resultados, mas mesmo assim, ainda tem muito a melhorar, pois a vegetação ciliar não está totalmente de acordo com a Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, que estabelece que as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica possua um raio no mínimo de 50 (cinquenta) metros de vegetação.

A figura 20 mostra uma das nascentes do Ribeirão do Veado conservada, com vegetação ciliar e isolamento.



Figura 20: Preservação da nascente do Ribeirão do Veado.

Visto no decorrer da pesquisa, foram poucas as nascentes e cursos d'água com presença de cobertura vegetal, mostrado da Tabela 4 e Figura 13, sendo assim, a mesma apresenta sérios problemas em relação aos recursos hídricos de toda microbacia, principalmente no que diz respeito às matas ciliares e à proteção das nascentes o que interfere na qualidade e quantidade de água.

Tabela 4. Conflitos de uso do solo em APPs nas nascentes da microbacia hidrográfica do Ribeirão do Veado - SP nos anos de 1972 e 2010.

| Classes de<br>Uso<br>do solo | APPs nas nascentes |            |              |            | Conflitos das nascentes<br>nas APPs |            |              |            |
|------------------------------|--------------------|------------|--------------|------------|-------------------------------------|------------|--------------|------------|
|                              | 1972               |            | 2011         |            | 1972                                |            | 2011         |            |
|                              | ha                 | %          | ha           | %          | ha                                  | %          | ha           | %          |
| Mata                         | 4.52               | 21.81      | 6.42         | 30.97      | —                                   | —          | —            | —          |
| Café                         | 1.63               | 7.87       | —            | —          | 1.63                                | 10.06      | —            | —          |
| Cana-de-açúcar               | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| Eucalipto                    | —                  | —          | 0.02         | 0.19       | —                                   | —          | 0.02         | 0.15       |
| Várzea                       | —                  | —          | 0.82         | 3.92       | —                                   | —          | —            | —          |
| Área Urbana                  | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| Outras Culturas              | 0.8                | 3.86       | —            | —          | 0.8                                 | 4.94       | —            | —          |
| Pomar                        | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| Represa                      | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| Pastagem                     | 13.77              | 66.46      | 12.96        | 62.52      | 13.77                               | 85         | 12.96        | 96.14      |
| Solo Exposto                 | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| Lago                         | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| Rodovia                      | —                  | —          | 0.5          | 2.4        | —                                   | —          | 0.5          | 3.71       |
| Pesqueiro                    | —                  | —          | —            | —          | —                                   | —          | —            | —          |
| <b>Total</b>                 | <b>20.72</b>       | <b>100</b> | <b>20.72</b> | <b>100</b> | <b>16.20</b>                        | <b>100</b> | <b>13.48</b> | <b>100</b> |

As avaliações das Áreas de Preservação Permanente em diferentes épocas foi de extrema importância para as tomadas de decisões relativas a preservação e conservação dos ecossistemas naturais, utilizando mapas, imagens de satélites e fotos tiradas no local para uma análise mais precisa das mudanças ao longo do tempo.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização das fotografias aéreas e imagem de satélite em conjunto com a imagem de alta resolução do Google Earth em ambiente SIG, foi significativo para obtenção dos mapas de ocupação do solo, das Áreas de Preservação Permanente e seus usos de conflito, bem como na vegetação ao entorno do córrego e das nascentes, ambas ocorrida ao longo de 39 anos na microbacia hidrográfica Ribeirão do Veado no município de Piratininga-SP.

Analisando os mapas das áreas de uso e ocupação do solo a pastagem foi a que apresentou maior ocupação 68,07% do total da área em 1972, e o mesmo aconteceu com os resultados em 2011 com 57,96% dessa mesma classe, confirmando que a região possui intensa atividade na pecuária, tanto para o comércio local, quanto para exportação regional.

A influência humana nas alterações do uso da terra e das APPs nos anos de 1972 e 2011 na microbacia em estudo foram bem marcantes, como mostra os mapas de conflito, devido a introdução de gado, ou seja, aumento da pastagem para seu comércio, em áreas de APP, prejudicando o desenvolvimento de mata ciliar ao entorno do córrego e das nascentes.



Por outro lado, em razão das leis ambientais e suas punições, houve aumento da mata de 11,46% para 30,28%, e do eucalipto de 1,33% para 8,65% destinados ao reflorestamento regional. Mesmo sendo significativo tal crescimento, a sua preservação e conservação ainda não é o suficiente, pois a maior parte das áreas destinadas as Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com a Lei Federal nº 12.651/12, estão em situação irregular, ainda sabendo que são instrumento fundamental para o equilíbrio ecológico e o bom funcionamento hídrico

Para melhorar essa situação, seria necessária uma fiscalização rigorosa colocando em pratica as Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) no local de conflito e programas de conscientização aos produtores rurais para minimizar os problemas encontrados nessa pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

AMATO, F., SUGAMOSTO, M. L. Sistemas de Informações Geográficas no controle de desmatamento irregular na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba e de ocupação antrópica no entorno do Parque Nacional de Superagüi [CD-ROM]. In: GISBRASIL 2000, Salvador, 2000, **Anais...** Fatorgis – Informação e Eventos Tecnológicos.

ANTUNES, P. B. **Manual de Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2012.

ARCOVA, F. C. S. Influências das zonas ripárias sobre os processos hidrológicos de microbacias. **Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**, Botucatu, v. 1, n.3, p. 37-50, 2006.

ARGENTINO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento geomorfológico. In: **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 9, p.264-82.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa- CPAC, 1998.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. **Soc. nat.**, Abr. 2012, vol.24, no.1, p.143-156. ISSN 1982-4513. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v24n1/v24n1a12.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

BARROS, Z. X. DE; CARDOSO, L. G.; CAMPOS, S.; TORNERO, M. T. Mapeamento da ocupação do solo por reflorestamento no município de Botucatu – SP, através de imagens aéreas num período de 27 anos. **Ciência Geográfica**, Bauru, v.5, p. 7-11, 1996.

BARROS, Z. X. DE; CARDOSO, L. G.; CAMPOS, S. Avaliação das mudanças no uso do solo por eucalipto, cana-de-açúcar e café, através de fotografias aéreas no município de Botucatu-SP, de 1962-1977. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, Londrina. **Anais...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina/Instituto Agrônomo do Paraná, 1992. P. 44-53.

BERNHARDSEN, T. **Geographic Information Systems: an introduction**. John Wiley & Sons, United States of America, 2ª ed 372 p. 1999. Disponível em: <<http://www.gammathetaupsilon.org/the-geographical-bulletin/2000s/volume42-1/article5.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2014.

BRASIL. **Congresso Nacional**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 10 jun. 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm)>. Acesso em: 10 maio 2013.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm)>. Acesso em: 10 maio 2013.

BRASIL. **Lei nº 6.938/81 Política Nacional do Meio Ambiente**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas: **Manual Operativo de Brasília**, DF, Coordenação Nacional do PNMH, Ministério da Agricultura, 1987.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Brasília, DF, 29 mar. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 10 maio 2013.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. New York: Oxford University Press, 1986.

CALIJURI, M. L.; CALIJURI, M. C.; TUNDISI, J. G.; RIOS, L. **Implantação de um Sistema de Informação Geográfica na bacia hidrográfica do ribeirão e represa do**

**Lobo (Broa)** – Estado de São Paulo. In: GIS Brasil 94, Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento. Curitiba: SAGRES, 1994.

CAMPOS, S. **Fotointerpretação da ocupação do solo e suas influências sobre a rede de drenagem da Bacia do Rio Capivari-Botucatu (SP), no período de 1962-1977.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

CARDOSO, L. G. **Fotointerpretação da rede de drenagem de áreas reflorestadas com eucalipto no município de Botucatu, nos períodos de 1962-1972 e 1962-1977.** Dissertação (Mestrado em Engenharia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1988.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto Ed., 1991.

CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas.** Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.

CEPAGRI, Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOEPPEN PARA O ESTADO DE SÃO PAULO.** Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dosmunicipios-paulistas.html>>, acesso em 11 jun. 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

COELHO, A. G. S. Noções básicas sobre sensores remotos e suas aplicações no levantamento global dos recursos terrestres. **Ciência da Terra**, v. 2, p. 1-15, 1972.

CURRAN, P. J. **Principles of remote sensing.** London: Longman, 1985.

DAINESE, R. C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado no estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não-supervisionada e análise visual.** 2001. 186 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 2004.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas.** Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de direito ambiental brasileiro**, 14ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLAUZINO, F. S.; SILVA, M. K. A.; NISHIYAMA, L. ROSA, R. Geotecnologias aplicadas à gestão dos recursos naturais da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba no cerrado

mineiro. **Soc. Nat.** 2010, vol.22, n.1, pp. 75-91. ISSN 1982-4513. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n1/06.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Texto, 2011.

FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão Agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, p. 249-256, 1992.

FREITAS, G. P. Constituição Brasileira de 1988: a Constituição Ecológica. **Revista do Advogado (AASP)**. Nº102, Março 2009.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento Remoto: princípios e interpretação de imagens**. São Paulo: Nobel, 1982.

GASPARINI, K. A. C.; LYRA, G. B.; FRANCELINO, M. R.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA, J. F. J.; FACCO, A. G. Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Identificação de Conflitos do Uso da Terra em Seropédica-RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 3, p. 296-306, jul. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.030>>. Acesso em 23 nov. 2013.

GIBOSHI, M. L. **Sistema de apoio ao processo de decisão para a gestão do uso agrícola da terra**. 2005. 114f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

GUERRA, A. T. **Recursos naturais do Brasil**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica**: folha de Bauru (SF-22-Z-B-I-4). Serviço gráfico do IBGE, 1973. Escala 1:50.000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da Terra**. Manuais técnicos em geociências, 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Divisão de Geração de Imagens (DGI-INPE). **Catálogo de Imagens**. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso em: 10 abr.2013.

KOFFLER, N. F. et al. **Identificação da cultura de cana-de-açúcar através de fotografias aéreas e dados do satélite Landsat**. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1983. 68 p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do**

**Paraná.** 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LIMA, W. P. **Introdução ao manejo de Bacias Hidrográficas.** São Paulo: USP, 1996.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.** ESALQ-USP, 1986.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto.** Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro.** São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2013.

MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, J. G. **Princípio de fotogrametria e fotointerpretação.** 1º ed. São Paulo: Nobel, 1977.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

MOREIRA, L. **Análise morfométrica e biodiversidade da vegetação na microbacia hidrográfica da Fazenda Experimental Edgárdia.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; RUDORFF, B. F. T. Geotecnologias no mapeamento da cultura do café em escala municipal. **Soc. nat. (Online)**, Jun. 2008, vol.20, no.1, p.101-110. ISSN 1982-4513. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a07v20n1.pdf>>. Acesso em: 10 abr.2013.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** Viçosa: Ed. UFV, 2005.

MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas.** 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

ODUM, E. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 4ª edição. 1988.

POLLO, R. A. **Diagnostico do uso do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Paraíso no município de São Manuel (SP), por meio de geotecnologias**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São Jose dos Campos: Silva Vieira Ed., 2009.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. Do Autor, 2000.

ROCHA, J. S. M. **Fotografias aéreas aplicadas ao planejamento físico rural**. Santa Maria: Departamento de Engenharia Agrícola e Florestal. UFSM, 1978.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1999.

RODRIGUES, G. A. **O direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado**. Revista do Advogado (AASP). Nº102, Março 2009.

RODRIGUES, R. R.; LEITAO FILHO, H. F. **Matas ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - Fapesp, 2001.

RODRIGUES, V. A. **A educação ambiental na trilha**. Botucatu: UNESP-FCA, 2000.

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

RODRIGUES, V. A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica. In: WORKSHOP EM MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 8. 2004, Cunha. **Anais...** Botucatu: Unesp, FCA, 2004. p. 7-18.

ROSA, E. P. **Piratininga pesquisada e rememorada**. Piratininga, SP: Ed. Do Autor, 1981.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, 16, p. 81-90, 2005. Disponível em: <http://www.cchla.ufrn.br/geoesp/arquivos/artigos/ArtigoAmbienteGeotecnologias.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2013.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, A. **Estudo agroambiental de uma microbacia hidrográfica, visando sua sustentabilidade.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

SANTOS, A. F. dos.; CARDOSO, L. G. Evolução do uso da terra, da microbacia do Ribeirão Faxinal, Botucatu-SP, através de fotografias aéreas. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p.1337-1343.

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

SENIS, A. **O Município de Piratininga.** Piratininga, SP: Ed. Do Autor, 1928.

SILVA, T. C. **Indicadores Geomorfológicos de Sustentabilidade Ambiental.** Revista Brasileira de Geomorfologia, vol.1, n.1, 73-79, 2000. Disponível em: <[http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG\\_01/Artigo07\\_RBG\\_2000.pdf](http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG_01/Artigo07_RBG_2000.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2014.

VALERI, S. V.; et al. **Manejo e recuperação florestal:** legislação, uso da água e sistemas agroflorestais. Jaboticabal: Funep, 2003.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2014.