

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

ANÁLISE AMBIENTAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO SANTO ANTÔNIO - SÃO FRANCISCO XAVIER (SP)

ALINE KURAMOTO GONÇALVES

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

BOTUCATU – SP

Fevereiro- 2016

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

ANÁLISE AMBIENTAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO SANTO ANTÔNIO- SÃO FRANCISCO XAVIER (SP)

ALINE KURAMOTO GONÇALVES

ORIENTADOR: PROF. DR. ZACARIAS XAVIER DE BARROS
CO- ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO CAMPOS

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

BOTUCATU - SP
Fevereiro- 2016

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

Gonçalves, Aline Kuramoto, 1991-
G635a Análise ambiental e morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio - São Francisco Xavier (SP) / Aline Kuramoto Gonçalves. - Botucatu : [s.n.], 2016
xiii, 81 f. : fots. color., ils. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2016
Orientador: Zacarias Xavier de Barros
Coorientador: Sergio Campos
Inclui bibliografia

1. Sistema de informação geográfica. 2. Bacias hidrográficas - Brasil. 3. Direito ambiental. 4. Morfometria. I. Barros, Zacarias Xavier de. II. Campos, Sergio. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: "ANÁLISE AMBIENTAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTO ANTONIO – SÃO FRANCISCO XAVIER (SP)"

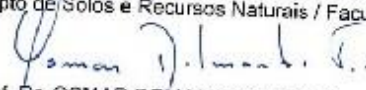
AUTORA: ALINE KURAMOTO GONÇALVES

ORIENTADOR: ZACARIAS XAVIER DE BARROS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ZACARIAS XAVIER DE BARROS
Dep de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP


Profa. Dra. CÉLIA REGINA LOPES ZIMBACK
Depto de Solos e Recursos Naturais / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP


Prof. Dr. OSMAR DELMANTO JUNIOR
Departamento de Agronegócio / FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU

Botucatu, 22 de fevereiro de 2016.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço ao Professor e Orientador Zacarias Xavier de Barros por me acolher dentro da Universidade e pela confiança em mim depositada e por ter compartilhado comigo um pouco do seu conhecimento para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível por todos que contribuíram direta e indiretamente para a sua realização, por isso deixo registrado os meus agradecimentos.

Agradeço a Deus por sempre me dar forças, foco e fé em minhas decisões.

Aos meus pais e meu irmão, meu maior agradecimento, pelo apoio incondicional em todas as etapas e por serem meus maiores exemplos.

Ao professor e orientador Prof^o. Dr. Zacarias Xavier de Barros que aceitou a minha orientação, pela confiança, seus ensinamentos que obtive em sala de aula e no convívio na Universidade e pelo espelho de professor em buscar a construção, sempre, de um curso de qualidade, superando as adversidades estruturais.

A Professora Dr^a. Célia Regina Lopes Zimback pelos seus ensinamentos em sala de aula, por aceitar o convite de compor a minha banca e também por me acolher no seu grupo de pesquisa GEPAG.

Ao Professor Dr. Osmar Delmanto Junior por aceitar o convite de compor a minha banca.

À Faculdade de Ciências Agronomias (FCA- UNESP), campus de Botucatu, e aos demais professores e funcionários do Programa de Pós Graduação.

À todos do Departamento de Engenharia Rural (docentes e funcionário).

À Coordenação de Aperfeiçoamento pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro com a concessão de bolsa de estudo.

A professora Dr^a Bruna Soares Xavier de Barros por aceitar o convite de participar da minha banca de qualificação, pelas sugestões e contribuições para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Sergio Campos e o seu Grupo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologia, Geoprocessamento e Topografia (GEPEGEO) do Departamento de Engenharia Rural.

Aos amigos da turma de pós-graduação e grupo de pesquisa, em especial a Mariana Campos, Mariana Wagner, Gabriel, Mikael, Jéssica, Bruno, Ronaldo, Aline Fernandes, Ana Clara, Amanda, Sara, Wellington, Victor, Roberto e Luis pelo aprendizado.

Aos “primos”, Heloísa, Gustavo, Janaína, Raquel, Igor, André, Luzia, e Renata Sakurai, por ter me mostrado que a amizade supera qualquer distância e por terem preenchido meus dias com tanta alegria e carinho. As minhas amigas Helena, Angélica, Ana Cláudia, Tânia, Aline Aparecida e Lia minhas amigas de infância, por sempre estarem presentes, pela amizade.

À Yara Manfrin Garcia pela amizade sincera, cumplicidade, pelos conselhos e discussões produtivas desde 2010, contribuíram e contribui muito para a realização deste trabalho.

Aos amigos de Presidente Prudente: Renata, Fred, Rafael Silva e Rafael Freire pela disponibilidade, paciência e debates.

Ao Professor Dr. Antônio Cezar Leal que me orientou na minha graduação e auxiliou em muitos momentos de dúvidas.

Muito Obrigada a todos!

EPÍGRAFE

“Ninguém é tão grande que não possa aprender, nem tão pequeno que não possa ensinar”
(ESOPO).

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE TABELA.....	XI
LISTA DE FIGURA.....	XII
LISTA DE SIGLAS	XIII
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA	6
4.1. Bacia Hidrográfica	6
4.2. Geoprocessamento	8
4.3. Sensoriamento Remoto	10
4.4. Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	12
4.5. Morfometria das bacias hidrográficas	13
4.6. Uso e Ocupação da Terra	15
4.7. Legislação ambiental brasileira.....	16
4.7.1. Código Florestal	16
4.7.2. Áreas de Preservação Permanente.....	18
4.7.3. Área de Proteção Ambiental (APA).....	23
4.7.4. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).....	25
4.7.5. Pagamento por Serviços Ambientais: Projeto Mina d'Água	28
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
5.1. Descrição da área	32
5.1.1. Características gerais da área de estudo.....	32
5.1.2. Caracterização histórica do município de São Francisco Xavier/SP	35
5.1.3. Características geomorfológicas	36
5.1.4. Características pedológicas	36

5.1.5. Características hidrográficas	37
5.1.6. Características da vegetação nativa	39
5.2. Material	39
5.2.1 Bases Cartográficas.....	39
5.2.2. Materiais Utilizados	40
5.3. Métodos.....	40
5.3.1. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica	43
5.3.2. Área de drenagem e perímetro da bacia.....	43
5.3.3. Coeficiente de compacidade da bacia	43
5.3.4. Índice de circularidade da bacia.....	44
5.3.5. Ordem dos cursos d'água.....	44
5.3.6. Comprimento total dos cursos d'água	44
5.3.7. Densidade de drenagem da bacia	45
5.3.8. Trabalho de Campo.....	45
5.3.9. Mapa de uso e ocupação do terra.....	48
5.3.10. Definição das Áreas de Preservação Permanente: Código Florestal	50
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
6.1. Características morfométricas e físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	52
6.2. Hipsometria	56
6.3. Declividade.....	58
6.4. Uso e ocupação da terra	60
6.5. Uso e ocupação da terra nas áreas de preservação permanente dos corpos d'água- Código Florestal	63
6.6. Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio: o potencial para a formação de produtores de água.	68
6.7. Considerações finais.....	72
8. CONCLUSÕES	74

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Critérios para APP x Reserva Legal.....	22
Quadro 2. Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Córrego SantoAntônio.....	49

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Exigências relacionadas a faixa de proteção das APPs de acordo com o Módulo Fiscal dos Imóveis Rurais.....	18
Tabela 2. Metragem das Áreas de Preservação Permanente.....	19
Tabela 3. Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica Córrego do Santo Antônio.....	55
Tabela 4. Quantificação das Classes de Uso e Ocupação da terra da Bacia do Córrego Santo Antônio.....	62
Tabela 5. Conflitos de uso da terra em APPs na bacia hidrográfica.....	66
Tabela 6. Cálculo do Fator de Proteção da Nascente.....	70
Tabela 7. Sub- fator de uso.....	70
Tabela 8. Sub-fator vazão.....	71
Tabela 9. Sub-fator localização.....	71

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Largura da faixa de APP (vegetação ciliar) de acordo com a legislação....	20
Figura 2. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	33
Figura 3. Mapa da hidrografia da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	38
Figura 5. A -Área urbana B - Presença da vegetação e estrada de terra.....	46
Figura 5. C - Revelo mamelonar e APA D - Ponto a montante do Rio Santo Antônio.....	47
Figura 5. E- Pequena área de cultivo F- Pastagem.....	47
Figura 6. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	54
Figura 7. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	57
Figura 8. Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	59
Figura 9. Mapa do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	61
Figura 10. Mapa da APP da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	64
Figura 11. Mapa conflito de uso da terra em APP da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	66
Figura 12. Mapa da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.....	69

LISTA DE SIGLAS

ANA- Agência Nacional de Água

APA- Área de Preservação Ambiental

APP- Área de Preservação Permanente

BDG- Base de Dados Geográficos

CAR- Cadastro Ambiental Rural

CEPAGRI- Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura

CONSEMA- Conselho Estadual do Meio Ambiente

EMBRAPA- Empresa Brasileiro de Pesquisa Agropecuária

EMPLASA- Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano

ETM+-*Enhanced Thematic Mapper Plus*

FECOP- Fundo Estadual de Preservação e Controle da Poluição

FECOP- Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição

GPS- *Global Positioning System*

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDE- Modelo Digital de Elevação

MMA- Ministério do Meio Ambiente

MNT- Modelos Numéricos de Terreno

MSS- *Multispectral Scanners System*

PCJ- Piracicaba, Capivari e Jundiá

PEPSA- Política Estadual de Serviços Ambientais e do Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais

PL- Projeto de Lei

PRA- Programas de Regularização Ambiental (PRA)

PSA- Pagamento por Serviços Ambientais

RL- Reserva Legal

SIG- Sistema de Informação Geográfica

SIRGASS- Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SISA- Sistema de Incentivos a Serviços Ambientais

SMA/SP- Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

SRTM- Shuttle Radar Topography Mission

UC- Unidade de Conservação

UGRHI- Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UTM- Universal Transversa de Mercator

1. RESUMO

O uso do geoprocessamento é o ponto de partida para a realização deste trabalho, cujo objetivo principal é desenvolver uma análise ambiental e morfométrica na bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, no distrito de São Francisco Xavier, São José dos Campos, São Paulo. A área de estudo situa-se geograficamente entre as coordenadas 22°53'2062"S a 46°00'1663"W e 22°52'4774"S a 45°59'0233" W apresentando área de 520,7 hectares. Nesta perspectiva, o uso das geotecnologias permite identificar, monitorar e minimizar os problemas ambientais, uma vez que a obtenção de um banco de dados organizado auxilia com a representação cartográfica, visando detalhar e caracterizar o meio físico, uso e ocupação e aplicação de leis ambientais para futuras decisões de planejamento da bacia hidrográfica. O processamento e avaliação dos dados obtidos para a elaboração dos mapas temáticos foram elaborados pelo programa ArcGis, de maneira a gerar um plano de informação, como: uso e ocupação da terra, drenagem, hipsometria, declividade, área de preservação permanente e conflito do uso e ocupação com áreas de preservação permanente. Os resultados indicaram que a bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio tem seu formato alongada, favorecendo o escoamento superficial, maior energia erosiva e baixa propensão a ocorrência de inundações devido a um baixo grau de desenvolvimento da rede de drenagem. Quanto aos seus elementos físicos naturais abarcados pelo uso e ocupação da terra apresentam conservados diante da importância da Área de Proteção Ambiental, assegurando uma menor intervenção. A realização deste trabalho teve como suporte a lei ambiental, Código Florestal. Os uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica são área urbana, sedes rurais, estrada rural, área agrícola, pastagem e vegetação natural, sendo o uso mais significativa a vegetação natural (470 ha) representando 90,2% e seguido pela pastagem (40 ha) representando 7,68% da área total da bacia hidrográfica. Quanto as áreas de preservação permanente constataram-se que ela não está totalmente protegida de acordo com a legislação. Tais resultados podem ser utilizados a auxiliar em tomadas de decisões para o planejamento e gerenciamento dos recursos naturais, diante das diversas legislações ambientais.

Palavras-Chave: Sistema de Informação Geográfica; Bacia Hidrográfica; Legislação Ambiental e Morfometria.

ENVIRONMENTAL ANALYSIS AND MORPHOMETRY OF THE WATERSHED OF SANTO ANTÔNIO STREAM - SÃO FRANCISCO XAVIER, SÃO PAULO, BRAZIL.

Botucatu, 2016. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura). – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALINE KURAMOTO GONÇALVES

Adviser: Zacarias Xavier de Barros

2. SUMMARY

The use of geoprocessing is the starting point to accomplish this research whose main objective is to develop an environmental and morphometric analysis of the watershed of Santo Antonio stream, urban district of São José dos Campos, São Francisco Xavier, São Paulo State, Brazil. The area of study is geographically located between the coordinates 22°53'2062"S to 46°00'1663"W to longitude and 22°52'4774"S to 45°59'0233" W to latitude, with an area of 520,7 ha. In this perspective, the use of geotechnologies allows to identify, monitor and minimize the risks of future environmental problems, since the obtaining of an organized database enables the use of cartographic representation, aiming to characterize the physical environment, land and its use, as well as the implementation of environmental laws. The processing and evaluation of data generation of thematic maps were prepared by ArcGis, in a way that information layers to land use and land cover, storm, hypsometry, slope, permanent preservation areas and conflicts of land use in permanent preservation areas were generated. The results of this watershed of Santo Antonio showed an elongated shape, which favors a superficial run-off, with erosive tendency and low potential for floods due to the low development of drainage network. As for the natural physical elements covered by the land use are in better condition and protection because of the importance of environmental protection area ensure less intervention. This work had the environmental legislation support Código Florestal. The land use in watershed are: urban area, rural area, rural roads, agricultural area, pasture, natural vegetation, and the most significant use refer to natural vegetation (470 ha) representing 90,2% and followed by pasture (40 ha) representing 7,68% of total watershed. The areas of permanent preservation have not been fully preserved according to the legislation. The results would be used for an effective decision and fundamental instrument for planning and for management of the natural resources, considering different environmental legislation.

Keywords: Geographic information system; watershed; environmental law and morphometry.

3.INTRODUÇÃO

Os recursos naturais, principalmente a água, no Brasil, têm sido alvo de intensos debates e discussões relativas aos desafios de gestão, conservação, qualidade e quantidade desse recurso fundamental a todos.

Em meio a atual crise d'água vivida no estado de São Paulo, tanto a capital como pequenas cidades do interior do próprio estado foram afetadas de maneiras consideradas preocupantes pela seca, o que ocasionou uma crise de abastecimento de água tanto para população, como para indústria e para irrigação.

Isto demonstra que, a apropriação dos recursos hídricos pelo homem (meio urbano, pelas atividades agrícolas, pecuária e etc.), trouxe e traz impactos sobre o ciclo hidrológico natural e sobre as bacias hidrográficas tanto de maneira qualitativa como quantitativa e isso, porque, a qualidade e a quantidade das águas nos mananciais, além dos seus usos, estão interligadas com a maneira que as atividades são desenvolvidas em determinada bacia hidrográfica.

Assim, demonstra que com a intensificação de ações antrópicas e a falta de uma melhor gestão e planejamento para uso dos recursos naturais no meio ambiente estão condenados a grandes efeitos negativos e de impacto sob o meio e a sociedade. As diferentes intervenções antrópicas no meio ambiente, tais como devastação

de florestas, lançamento de efluentes nos corpos d'água, ausência de mata ciliar, dentre outros fatores, acabam por prejudicar o equilíbrio da natureza, podendo comprometer sua qualidade e, conseqüentemente, a quantidade do recurso para as futuras gerações.

Deste modo, é fundamental conhecer e controlar os diversos fatores que influenciam nesta degradação ambiental. Entretanto, existem as legislações ambientais que buscam por meio das suas resoluções minimizarem os principais problemas decorrentes das ações antrópicas em busca do desenvolvimento sustentável.

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento do estudo aplicado na Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio, no distrito de São Francisco Xavier de São José dos Campos, São Paulo. Propõe-se analisar a bacia hidrográfica como unidade territorial por meio de subsídios de parâmetros morfométricos relacionados à forma do relevo e a drenagem da bacia em estudo, além de subsidiar a aplicações de legislações ambientais brasileiras do Código Florestal (Lei nº12.727), Área de Proteção Ambiental (APA) e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Assim, assegura-se a qualidade dos seus elementos naturais, em destaque para cobertura vegetal e os recursos hídricos, tendo a importância na atuação no equilíbrio dos agentes naturais, como: no escoamento superficial das águas pluviais, ciclo hidrológico, da poluição, além de proteger contra processos erosivos, ajudar na preservação da fauna e flora e proporcionar melhor qualidade de vida para a população.

Dessa forma, para entender e considerar as ações antrópicas causadas ao meio ambiente considera-se para análise da bacia hidrográfica temas como geologia, solos, hipsometria, vegetação, drenagem e dados quantitativos de população e entre outros que subsidiarão a elaboração de mapas, do uso e ocupação das terras e aplicação da legislação ambiental, como resultados importantes dessa pesquisa.

Para o desenvolvimento dos resultados têm-se o uso de geotecnologias, SIG e sensoriamento remoto para a elaboração de mapeamentos temáticos para análise referente à bacia hidrográfica em estudo o uso e ocupação do solo, drenagem, Áreas de Preservação Permanente, bem como as áreas de conflitos foram processadas neste aplicativo computacional.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- avaliar os parâmetros morfométricos da bacia em estudo;
- caracterizar a bacia hidrográfica;

- identificar e analisar a situação ambiental das APP nesta bacia hidrográfica, segundo o Código Florestal vigente;
- elaborar mapas conflitantes ao uso, levando em consideração a legislação ambiental e a área estudada;
- avaliar os estudos sobre Área de Proteção Ambiental do município de São Francisco Xavier;
- analisar a importância do Pagamento por Serviços Ambientais na gestão e produção de água;
- elaboração dos mapas temáticos.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é a unidade territorial utilizada para implementação de diversas políticas que visam à proteção e conservação dos recursos hídricos, no que tange a Lei Estadual de São Paulo nº 7.633/91 e com a Lei Federal nº 9.433/97.

O seu conceito vem expandindo-se na atualidade, pois é a unidade de planejamento e gerenciamento ambiental que Tundisi (2011) definiu: “bacia hidrográfica aplicada ao planejamento de recursos hídricos estende as barreiras políticas tradicionais (municípios, estados, países) para uma unidade física de gerenciamento e planejamento e desenvolvimento econômico e social”.

Segundo Christofolletti (1980, p. 19), bacia hidrográfica é definida por “uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que ocorre a entrada e saída de energia e matéria”.

Do ponto de vista do planejamento, a bacia caracteriza-se por:

Abranger parte de um conjunto de feições ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas) ou de diversas unidades territoriais; Considera-se como a unidade mais apropriada para o estudo quantitativo e

qualitativo do recurso água, e dos fluxos de sedimentos e de nutrientes; Assume-se como a unidade preferencial para o planejamento e a gestão ambiental (RODRÍGUEZ; SILVA; LEAL, 2011, p.30-31).

Guerra e Cunha (1998) conceituaram a bacia hidrográfica como elemento de paisagem composta pelo resultado de mecanismos de posicionais do relevo que são resultados de diversos fatores do meio biótico (fauna e flora) como, também, o abiótico (clima, rocha, solo, topográfica). Porém, os estudos à ação antrópica de como modificou e vem modificando predominantemente o meio ambiente também conceitua o elemento que compõem a paisagem, causando impactos e desequilíbrios ambientais a paisagem das bacias hidrográficas.

De acordo com Santos (2004), a definição de bacia hidrográfica compreende:

(...) à noção de sistema, nascente, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade. A medida de algumas variáveis permite interpretar, pelo menos parcialmente, a soma de eventos. Essa é uma das peculiaridades que induzem os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão. Consequentemente é muito comum constatar que o banco de dados do planejamento está estruturado em função dessas unidades. Somado a isso, não há dúvidas de que é essencial a proteção à água, por sua condição de elemento fundamental para a vida e para as atividades humanas (SANTOS, 2004, p.85).

Por ser a unidade territorial natural, a bacia hidrográfica integra diversos fatores e processos de impacto ambiental decorrentes das ações antrópicas e, visando a sua melhoria e conservação, tem sido objeto de pesquisas e programas de medidas ambientais que procuram compreender seu funcionamento e preservação dos seus recursos naturais (ZANATA, 2014, p.6).

Tundisi (2011) destacou que o sistema de planejamento e gerenciamento das águas por meio de uma unidade bem caracterizada, a bacia hidrográfica permite “a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental. Além disso, permite aplicação adequada de tecnologias avançadas” (MARGALEF, 1983, 1997; NAKAMURA; NAKAJIMA, 2002; TUNDISI et al., 2003 apud TUNDISI, 2011 p.153).

Assim, Tundisi (2011) destacou que:

Os avanços no sistema de planejamento e gerenciamento das águas devem considerar processos conceituais (a adoção de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento e a integração econômica e social), processos tecnológicos (o uso adequado de tecnologias de proteção e conservação, recuperação e tratamento) e processos institucionais (a integração institucional em uma unidade fisiográfica, a bacia hidrográfica, é fundamental) (TUNDISI, 2011, p.153).

Enquanto Guerra (2003), no que compreende as bacias hidrográficas, destacou a sua importância na manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos por meio do dinamismo, por causa das modificações e a recuperação de áreas degradadas, até porque grande parte dos danos ambientais que ocorrem está nela situada, destacando:

[...] é preciso conhecer a sua formação, constituição e dinâmica, para que as obras de recuperação não sejam apenas temporárias e sem eficácia, bem como possa ocorrer um melhor aproveitamento dos recursos hídricos, sem que haja desperdício e, ao mesmo tempo, sem acontecerem os danos ambientais que estamos acostumados a ver em diversas bacias hidrográficas brasileiras (GUERRA; MARÇAL, 2006, p. 50).

Leal (2000) assinalou a possibilidade de organizar a população por bacias hidrográficas, que se constitui um dos grandes desafios a serem enfrentados na gestão das águas, através do reconhecimento e a noção espacial dos seus limites e interações naturais que são provocadas pelos seus próprios agentes, a população. Com isso, o mesmo destaca que “trata-se de um processo lento de mudança cultural, que envolve o trabalho educativo desde as séries escolares iniciais, como uma nova alfabetização espacial, de caráter ambiental” (LEAL, 2000, p.35).

Dessa forma, a bacia hidrográfica deverá ter como propósito fundamental articular a organização territorial e ambiental, para que possa estar em equilíbrio no ambiente, bem como priorizar a racionalidade e a estabilidade dos aspectos do espaço natural e das paisagens de diferentes áreas.

4.2. Geoprocessamento

O geoprocessamento é um instrumento computacional que trata informações geográficas por meio da medição e caracterização do espaço e da paisagem que permitem a realização, por exemplo, o desenvolvimento de análises, planejamento e

gestão da paisagem com a integração de dados de diversas fontes usados que permite seu manuseio ao criar um banco de dados.

O objetivo do geoprocessamento, segundo Piroli (2002, p.14), é o fornecimento de “ferramentas computacionais para os diferentes analistas determinarem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos”.

Câmara (1993, p.15) mencionou aquela que seria a característica principal do geoprocessamento que “é a sua facilidade de armazenar, recuperar e analisar mapas num ambiente computacional” e quanto ao mapa diz que este é “uma representação gráfica de fenômenos geográficos, geralmente em uma superfície plana” e que o mesmo inserido em um ambiente computacional, tem a sua noção “estendida para incluir diferentes tipos de dados geográficos, como imagens de satélites e Modelos Numéricos de Terreno (MNTs)”.

Para Moura (2005), o geoprocessamento apoia a necessidade de processamento de dados georreferenciados. Dessa forma, permite a representação da superfície terrestre combinando com o processamento digital de imagens, cartografia digital e os Sistemas de Informações Geográficas, pois assim, vão permitir os resultados esperados dos locais de interesse ou o seu modelo.

O termo Geoprocessamento pode ser separado em geo (terra- superfície- espaço) e processamento (de informações - informática). Desta forma, pode ser definido como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações equipamentos utilizado aplicativos (normalmente SIG), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra (PIROLI, 2010, p.6).

Câmara (1993) afirmou que o novo paradigma de sistemas de geoprocessamento envolve o gerenciamento de grandes bases de dados espaciais, com capacidade de lidar com os diversos tipos de dados ambientais e complementa que:

Os usuários são especialistas em modelagem de sistemas naturais ou urbanos, e têm acesso concorrente a uma grande base de dados espaciais. Ao selecionar uma visão sobre o conjunto de dados, o sistema deve ser capaz de recuperar de forma eficiente estes dados e de antecipar as próximas requisições. O sistema deve dar suporte a falhas e resolver

conflitos, no caso de atualização de base de dados (CÂMARA, 1993, p.26).

Botelho (1999, p.292), acerca do uso do geoprocessamento, mencionou que o mesmo “na edição e conjugação das cartas temáticas representa um forte aliado, que não deve ser dispensado. A entrada de dados no SIG, além de permitir várias possibilidades de conjugação, mantém esses dados disponíveis para eventuais repetições”.

Destaca-se, também, pelo menos quatro categorias de técnicas relacionadas ao geoprocessamento para o tratamento da informação espacial, de acordo com Rosa (2009):

Técnica pra coleta de informação espacial (cartografia, sensoriamento remoto, GPS, topografia, levantamento de dados alfanuméricos); Técnicas de armazenamento de informação espacial (bancos de dados-orientado a objetos, relacional, hierárquico etc.); Técnicas para tratamento e análise de informação espacial (modelagem de dados, geoestatística, aritmética lógica, funções topológicas, redes etc.); Técnicas para o uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS, LIS, AM/FM, CADD (ROSA, 2009, p.81).

Assim, o uso da técnica do geoprocessamento tem a sua importância nas informações temáticas de tomadas de decisões sobre a superfície da terra e, a sua indispensável utilização em inúmeros estudos, trabalhos e pesquisas de forma que possamos dispor de informações e dados que esse ramo permite rumo às diversas possibilidades de aplicações.

4.3. Sensoriamento Remoto

Florenzano (2007, p.11) recorreu ao real significado das palavras para explicar a funcionalidade do sensoriamento remoto, segundo a autora, “o termo sensoriamento refere-se à obtenção dos dados e, remoto, significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre”.

Para Jensen (2009, p.4), o sensoriamento remoto é:

O registro da informação das regiões do ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites, e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens (JENSEN, 2009, p.4).

De acordo com Novo (2010), o sensoriamento remoto consiste:

[...] na utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (NOVO, 2010, p.1).

Rosa (2009) destacou também os inúmeros sistemas de obtenção de dados passivos ou ativos, orbitais ou sub-orbitais que auxiliaram na quantidade de materiais para um banco de dados de informações fornecidas por esses sensores, de forma a permitir conhecer e monitorar o nosso planeta, através dos mapeamentos.

No Brasil, ainda em consideração as colocações de Rosa (2009, p.14), o uso do sensoriamento remoto teve seu início através do Projeto RADAMBRASIL na década de 60 que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país. “Este programa proporcionou o treinamento e especialização de diversos técnicos brasileiros, que até então só conheciam o manuseio de fotografias aéreas”.

A extensão do território brasileiro e o pouco conhecimento dos recursos naturais, aliados ao custo de se obter informações por métodos convencionais, foram os fatores decisivos para o país entrar no programa de sensoriamento remoto por satélite (ROSA, 2009, p.15).

Segundo Loch (1993, p.87) o sensoriamento remoto para obter informações sob a captura de dados e informações à distância, é caracterizado como “o conjunto de atividades, cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através da detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante, refletido ou emitido pelos mesmos”.

Há diversos sensores que possuem diferentes tipos de resoluções e conseqüentemente, influenciam para obter informações, como por exemplo, de caráter geológico, geomorfológico, geográfico, pedológico, hidrológico, agrícola, de qualidade ambiental, etc., dessa forma, o sensor e a resolução influenciam o uso ao qual esse sensor será destinado.

Florenzano (2007, p.17) definiu resolução como a “capacidade de um sensor distinguir objetos da superfície terrestre”. Destacam-se nessas definições as resoluções: temporal, radiométrica, espectral e espacial.

Assim, o uso da técnica do sensoriamento remoto para análises ambientais vem colaborando e possibilitando a obtenção e a integração de dados de uma forma rápida e confiável na toma de decisão, auxilia no reconhecimento de campo e o cumprimento da legislação ambiental.

4.4. Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O espaço e a paisagem foram cenários de estudos e objetos para as investigações da humanidade, de forma que a necessidade do homem em investigar o seu espaço e a paisagem fez a necessidade de representá-lo, assim nasce a cartografia, de maneira a contribuir para o levantamento de dados e redigir e expor mapas (BATISTELA, 2006).

O conjunto dessas investigações levou a sua aplicação as diversas áreas do conhecimento, como ambiente, geologia, agronomia, pedologia, entre outras. As diversas aplicações vêm sendo cada vez mais comuns, atualmente, devido à facilidade e a disponibilidade de dados.

Destaca-se de modo geral, as aplicações em localizar, monitorar e minimizar os problemas ambientais, aliadas às técnicas de geotecnologias e suas ferramentas para subsidiar os interesses em entender o espaço e a sua paisagem, de maneira a desenvolver diversos cenários espaciais que permitiram em tomadas de decisões (LANG; BLASCHKE, 2009). Pirolí (2010) destacou que “este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e a geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados à localização da informação sobre a superfície da terra” (PIROLI, 2010, p.14).

Aliado a esse conjunto de investigações do espaço e da paisagem, que atualmente é dinâmica e cada vez mais complexa as análises requerem instrumentos e mecanismo ágeis de maneira a obter respostas à tamanha complexidade diante dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que, segundo Fitz (2008, p.11), “tendem a ocupar um lugar de destaque em virtude de sua funcionalidade”.

A justificativa para o uso das geotecnologias, como o geoprocessamento e o sensoriamento remoto, apresentam-se como instrumentos que fornecerem valiosas contribuições para o gerenciamento de grande banco de dados de informações, documentação e visualização, bem como a sua interpretação e análises que são integradas em um determinado SIG que podem representá-los e apresentá-los em

formato de mapas temáticos por meio da transformação da paisagem pelo homem decorrente do uso e ocupação e também quantificar a distribuição dos atuais recursos naturais (recursos hídricos, mata ciliar, vegetação natural etc.).

De acordo com IBGE (2013), as geotecnologias representam:

Os conceitos atribuídos à cobertura e ao uso da terra guardam íntima relação entre si e costumam ser aplicados alternativamente. Geralmente as atividades humanas estão diretamente relacionadas com o tipo de revestimento do solo, seja ele florestal, agrícola, residencial ou industrial. Dados de sensoriamento remoto, como fotografias aéreas e imagens de satélite, podem ser correlacionados com a cobertura da terra e usados para mapear o tema. Entretanto, como o sensor remoto não registra a atividade diretamente, mas características da superfície da terra que retratam o revestimento do solo, as atividades de uso da terra correlacionadas à cobertura, precisam ser interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas, arranjos espaciais das atividades e localização no terreno (IBGE, 2013).

No que tange Batistela (2006), o uso do geoprocessamento consiste na representação espacial de um determinado conteúdo temático para pesquisas e monitoramento, o que significa dados tratados com eficiência, principalmente na área ambiental, uma vez que podem auxiliar na recuperação e proteção dos recursos naturais. Enquanto que a técnica do sensoriamento remoto é a obtenção de imagens ou fotografias aéreas e dados superficiais da terra registrados por meio da captação de imagem e informações resultantes da interação (reflexão, transmissão, absorção, emissão) da energia ou radiação eletromagnética (FLORENZANO, 2011).

Dessa maneira, as utilizações dessas geotecnologias destacam-se, especialmente, no planejamento da paisagem e do meio ambiente por meio de produtos cartográficos e a construção de um banco de dados que auxiliaram para realizar análises em diversas áreas de aplicações de mapeamentos, proteção, planejamento, regulação para o futuro de fatos, principalmente, ao meio ambiente.

4.5. Morfometria das bacias hidrográficas

As análises dos parâmetros morfométricos veem a auxiliar como instrumento para o planejamento ambiental da bacia hidrográfica em estudo a partir dos indicadores. Esses indicadores são parâmetros físicos que, foram desenvolvidos para avaliar a bacia como um todo ou apenas algumas características do sistema (LIMA, 2008).

Tais parâmetros de análise são: fator de forma, densidade de drenagem, declividade, entre outros que indicam a suscetibilidade de degradação ambiental (RODRIGUES et al., 2013).

A delimitação do sistema, de acordo com Christofolletti (1999), constitui uma unidade discreta que é necessária estabelecer o limite, estrutura e o comportamento do sistema a fim de propiciar uma investigação sobre as características da unidade de estudo.

Para Christofolletti (1999), a análise morfométrica constitui:

o conjunto de procedimentos para caracterizar os aspectos geométricos e de composição dos sistemas ambientais, procurando estabelecer indicadores relacionados com a forma, arranjo estrutural e composição integrativa entre os elementos. Embora possam ser estabelecidos valores para as variáveis descritivas dos elementos, há predominância no uso de modelos conceituais e numéricos (CHRISTOFOLLETTI, 1999, p.51).

As técnicas e os cálculos utilizados para estabelecer e utilizar na caracterização morfométrica, no caso, de uma bacia hidrográfica é de importância fundamental no auxílio ao planejamento dessas áreas de preservação (NARDINI et al., 2013).

A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe energia através de agentes climáticos e perde através de deflúvio. A bacia hidrográfica como sistema aberto pode ser descritiva em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e, desta forma, uma bacia, quando não perturbada por ações antrópicas, encontra-se em equilíbrio dinâmico (LIMA, 1994 apud NARDINI et al., 2013).

Com o desenvolvimento e a definição dos parâmetros de estudos para aplicação morfométrica na bacia hidrográfica tem-se o uso para a sua fundamentação as técnicas de geoprocessamento, da qual atua como uma ferramenta de medição e análise das suas características físicas. Assim, “ao uso de técnicas cartográficas tem potencial de validação de grande exatidão quando manejados Sistema de Informações Geográficas (SIG) em conjunto com uma base de dados geográficos (BDG) e ambientais” (TAGLIARINI et al., 2014).

Dessa maneira, a análise morfométrica permite conhecer e monitorar a bacia hidrográfica de forma a garantir a qualidade e quantidade das condições dos recursos hídricos. Assim, com os dados resultantes da morfometria pode-se planejar a melhor utilização da bacia em estudo para aplicação de políticas ambientais que visem a proteção e conservação das águas, solo e vegetação.

A partir dessas informações foram feitos os cálculos para obtenção e compreensão a área de drenagem, o perímetro da bacia e o comprimento total dos rios por meio do uso do SIG ArcGIS 10. A partir dessas informações realizou-se os cálculos para obtenção dos demais parâmetros analisados.

4.6. Uso e Ocupação da Terra

A identificação e análise apresentadas para pesquisas do uso da cobertura da terra geram informações relevantes quanto às mudanças temporais ocorridas, principalmente, no que tange as áreas que deixaram de ter cobertura vegetal natural e dão espaço para o avanço da agricultura e a pecuária. Assim, essas mudanças afetam e influenciam negativamente os solos e os recursos hídricos, além de outros danos ambientais (ZANATA, 2014).

Lepsch (2009) destacou que a humanidade sempre é dependente dos recursos naturais como ar, água e solos de boa qualidade para viver. Contudo o homem não utiliza esses recursos de forma a preservá-los. De acordo com o Manual do Uso da Terra.

Desde o período de colonização até o Século XIX, foi frequente no Brasil a existência de terras de uso comum, especialmente entre as populações rurais desprovidas de terras, possibilitando o uso de locais para pequenos criatórios, acesso à extração de lenha, madeira e outros produtos, para complementação das necessidades básicas (IBGE, 2013, p.25).

Para Santos (2004, p.97), o uso e ocupação das terras é destaque para o planejamento ambiental, visto que “retrata as atividades as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais”.

Em geral, por meio do conhecimento e as formas de uso e ocupação são identificados seus tipos e as necessidades em vista em garantir a sustentabilidade diante de questões ambiental, social e econômica. Esses tipos de uso podem ser espacializados, caracterizados e quantificados e as informações descrevem não só a situação atual, mas sim seu histórico. Assim, coloca-se em debate a importância do desenvolvimento sustentável através do mau uso dos recursos naturais e os impactos sobre eles (SANTOS, 2004; IBGE, 2013).

A incorporação das geotecnologias com o uso do geoprocessamento e do sensoriamento remoto são aliados aos estudos do uso e ocupação de forma que IBGE (2013) descreve:

Com a incorporação de técnicas de sensoriamento remoto para a interpretação analógica de fotografias aéreas e imagens na identificação de padrões de uso da terra, inicia-se uma nova fase, na qual o avanço da tecnologia espacial, com as técnicas de geoprocessamento, caracterizou o momento da disponibilidade de produtos de satélites imageadores da terra como marco de uma nova era dos estudos de Uso da Terra, pois ao mesmo tempo em que lhe dá apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local (IBGE, 2013, p.27).

A utilização da geotecnologia é uma ferramenta essencial para incorporar a análise e mapeamento das formas de uso e ocupação para obtenção de um adequado planejamento e orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013).

4.7. Legislação ambiental brasileira

4.7.1. Código Florestal

O Código Florestal brasileiro apresenta-se como uma legislação de ordenamento jurídico brasileiro quanto à proteção das florestas, ao uso sustentável dos recursos naturais e das demais formas de vegetação. Todavia, infelizmente, o constante desrespeito e a falta de fiscalização fizeram com que mudanças e ajustes fossem feitas ao longo do tempo, favorecendo o setor do agronegócio nacional.

O Código Florestal sofreu inúmeras mudanças, a última ocorreu em 2012, porém, no período de 1965 a 2012 sofreu 83 modificações, de acordo com as necessidades e interesses, para corrigir falhas ou criando restrições por meio de Mediadas Provisórias (GARCIA, 2014).

A Lei nº 12.651 de 28 de maio de 2012 está em vigor, porém, ao longo da sua “reforma” sofreu modificações em alguns pontos, primeiramente por Medida Provisória e, em outubro de 2012, pela Lei nº 12.727 (ZAKIA; PINTO, 2013, p.6).

No que tange as Áreas de Preservação Permanente (APP), em propriedades rurais ao redor dos cursos d' água, a metragem e o conceito continuaram as

mesmas, sendo alterada, porém, e com grandes problemas, a partir de onde começa, no caso atual, do leito regular do rio. O conceito de Reserva Legal também foi mantido.

Com algumas exceções, os requisitos para o cumprimento das APPs e das RLs também se mantiveram. Portanto a expansão de novas áreas de produção deve contemplar a proteção das florestas. Contudo flexibilizou-se o cumprimento da Lei quanto a novas formas de contabilização de áreas de RL e APP e novas formas de compensação de RL, especialmente em função do tamanho da propriedade (ZAKIA; PINTO, 2013, p.5).

O Código Florestal, Lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012), complementado pela Lei nº 12.727/12 (BRASIL, 2012) estabeleceu:

[...] normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos, tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, atendendo aos princípios:

I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras;

II - reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade de vida da população brasileira e na presença do País nos mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergia;

III - ação governamental de proteção e uso sustentável de florestas, consagrando o compromisso do País com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação;

IV - responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais;

V - fomento a pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa;

VI - criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis (BRASIL, 2012).

Outros pontos que foram regulamentados referem-se ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) que é obrigatório para todos os produtores rurais, para que tenham acesso os benefícios do governo. (GONÇALVES, 2013).

A extensão da propriedade para a recuperação de florestas nas margens dos rios varia de acordo com o tamanho da propriedade. Através do Decreto nº 84. 685 de 06 de maio de 1980, é possível encontrar os valores do Módulo Fiscal para cada município sendo que eles podem variar de 5 a 110 hectares (GONÇALVES, 2013).

Outro aspecto que vale ser ressaltado é quanto às áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente, que segundo a lei, são autorizadas, exclusivamente, para a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 e o tamanho a ser recuperado, nos cursos d'água, é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Exigências relacionadas a faixa de proteção das APPs, de acordo com o Módulo Fiscal dos Imóveis Rurais

Tamanho do Imóvel (Módulos Fiscais)	Total da Recuperação (metros)	Largura do Rio (metros)
Até 1 Módulo Fiscal	5	qualquer
1 a 2	8	qualquer
2 a 4	15	qualquer
4 a 10	20	10
Demais casos	Mínimo 30 e máximo 100 metros	Metade da largura do curso d'água

Fonte: BRASIL (2012).

Dessa forma, as mudanças na lei visam às estratégias do governo em criar um cadastro controle e monitoramento em vista ao combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, a lei busca cumprir e suprir falhas no planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais.

4.7.2. Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente são áreas nas quais, por imposição da lei, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo em vista garantir a preservação dos recursos hídricos, da estabilidade geológica e da biodiversidade, bem como o bem-estar das pessoas. A lei é bem rígida sendo permitido, às vezes, somente a supressão em caso de utilidade pública.

A Lei nº 12.727 (17 de outubro de 2012), em seu Art. 4º estabelece que:

Art. 4º. Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; [...]. (BRASIL, 2012).

Para exemplificar o Código Florestal, elaborou-se uma tabela síntese (Tabela 2.) com a metragem em relação à faixa de preservação permanente de acordo com a largura do curso d'água.

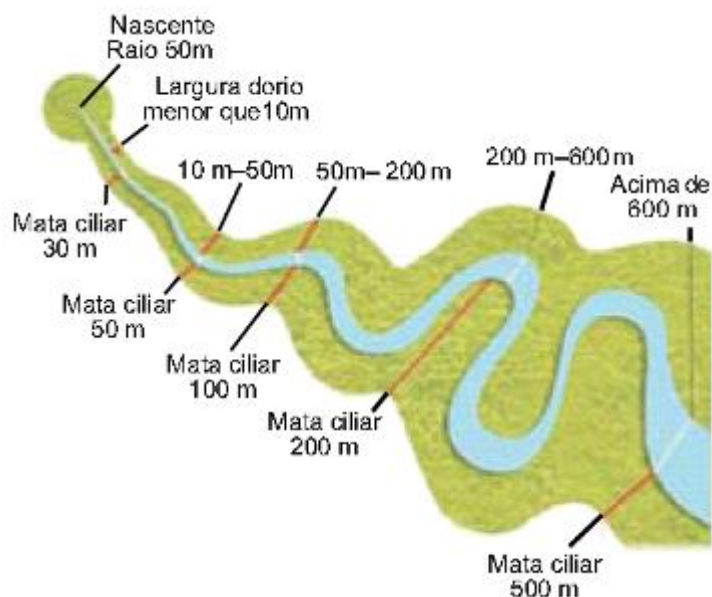
Tabela 2 - Metragem das Áreas de Preservação Permanente

Largura (Rios ou Córregos)	Faixa de Preservação
Até 10 metros	30 m em cada margem
Entre 10 e 50 metros	50 m em cada margem
Entre 50 e 200 metros	100 m em cada margem
Entre 200 e 600 metros	200 m em cada margem
Superior a 600 metros	500 m de cada margem
Nascentes	50 m no entorno da nascente

Fonte: BRASIL (2012).

De acordo com a Figura 1, faz-se a aplicação com a metragem da APP cuja formação vegetal localiza-se ao longo do rio e nascente.

Figura 1. Largura da faixa de APP (vegetação ciliar) de acordo com a legislação



Fonte: Ibama (2007) apud FEMPAR (2010)

Nos casos previstos pelo *caput* do art. 4º e suas alíneas, o Código Florestal cria as APPs, definindo seus limites, exemplo das faixas de proteção ao longo dos cursos d' água, ou deixando seus limites para regulamentação, como nas faixas no entorno de reservatórios, topo de morros, encostas, etc.

Quanto à expressão “a borda da calha do leito regular”, mencionado anteriormente, tratou do início da delimitação da APP. Dessa forma Garcia (2011, p.30) trata que é fato que na maior parte do ano, o rio apresenta uma configuração designada tecnicamente como “leito menor” (CHRISTOFOLETTI, 1980), esse leito é a seção de escoamento em regime de estiagem ou de nível médio. Porém, nos períodos chuvosos, conseqüentemente, há o aumento dos índices de pluviométricos, o curso d' água alagam-se na parte do “leito maior”, sendo denominada de “planície de inundação” ou mesmo “várzea”.

É evidente a importância da cobertura vegetal no que tange a sua função natural ao controle climático, ao escoamento superficial, ciclo hidrológico, diminuição dos processos erosivos e além de proporcionar qualidade de vida.

Os fatores relacionados à cobertura vegetal podem influenciar os processos erosivos de várias maneiras: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, dos efeitos na energia cinética da chuva e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados. A densidade da cobertura vegetal é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. O

tipo e percentagem de cobertura vegetal podem reduzir os efeitos dos fatores erosivos (GUERRA, 1998, p. 161).

Frente a tudo isso, Garcia (2011) destacou que a ação antrópica vem a cada ano aumentando e agravando a degradação dos recursos naturais, como a falta da mata ciliar devido à expansão agrícola e pastagens, precipitando processos erosivos que desagregam o solo e acaba assoreando rios, as queimadas, contaminação da água, entre outros.

Os critérios para o cômputo de APPS no cálculo da reserva Legal em relação ao seu cômputo, a lei deixa apresentada a aplicabilidade do cálculo para as modalidades de APP e Reserva Legal. Dessa forma, “a APP poderá ser incluída no cômputo da reserva legal desde que não implique a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo. Contudo, esta regra poderá ser agora afastada caso as APPs, somadas a outras formas de vegetação nativa existentes no imóvel, ultrapassem 80% do imóvel em áreas na Amazônia Legal”. Sendo que, precisam ser vistos e organizados. No Quadro 1 é apresentado os critérios para definição das APPs e Reserva Legal.

Quadro 1: Critérios para APP x reserva legal

		Lei Federal 4771/65 (Código Florestal Revogado)	Lei Federal 12.651/12 (Novo Código Florestal aprovado, com alteração da nova lei 12.727/12)		
			Área não Desmatada	Área desmatada até 2008	
Reserva Legal	Geral	20%, sem contar APP	20%, incluindo APP	0% a 20%, incluindo APP, a depender do tamanho do imóvel e data do desmatamento.	
APP	Amazônia	35% e 80%, sem contar APP	20%, 35%, 50% e 80%, incluindo APP	0% a 80%, incluindo APP, a depender do tamanho do imóvel, data do desmatamento, existência de zoneamento, tamanho de áreas protegidas no município ou estado.	
	Rios < 10m	30 m, a partir do leito maior, com vegetação nativa	30 m, a partir do leito regular, com vegetação nativa	Tamanho da APP não dependerá mais, em regra, do tamanho do rio, mas do tamanho do imóvel (medido em módulo fiscal - MF). Proteção a partir do leito regular. Além disso, é permitido “recuperar” com 50% de espécies exóticas Imóvel até 1 MF – 0 a 5 m (50% exóticas) Imóvel de 1 a 2 MF – 0 a 8m (50% exóticas) Imóvel de 2 a 4 MF – 0 a 15 m (50% exóticas) Imóvel de 4 a 10 MF – 20 a 100 m Imóvel > 10 MF – 30 a 100m	
	Rios entre 10m e 50m	50 m, a partir do leito maior, com vegetação nativa.	50 m, a partir do leito regular, com vegetação nativa		
	Rios entre 50m e 100m	100 m, a partir do leito maior, com vegetação nativa.	100 m, a partir do leito regular, com vegetação nativa.		
	Rios entre 100m e 200m	100 m, a partir do leito maior, com vegetação nativa.	100 m, a partir do leito regular, com vegetação nativa.		
	Rios de m de 200 m	200 m a 500 m, a partir do leito maior, com vegetação nativa.	200 m a 500 m, a partir do leito regular, com vegetação nativa		
	Nascentes	Todas protegidas, num raio de 50 m	Só as perenes protegidas, num raio de 50 m.		Só as perenes protegidas, num raio de 0 a 15 metros, dependendo do tamanho do imóvel e da existência de outras APPs
	Manguezais	Protegidos, em toda sua extensão.	Protegidos, mas as feições apicum e salgado podem ser explorados entre 10% (Amazônia) e 35% (restante do país) de sua extensão.		Protegidos, mas apenas os que não tenham carnicultura ou salinas instaladas; áreas degradadas podem ser ocupadas por conjuntos habitacionais.

Fonte: BRASIL (2012).

4.7.3. Área de Proteção Ambiental (APA)

A Área de Proteção Ambiental, de acordo com EMBRAPA (2000), é classificada como Unidade de Conservação que visa a proteção dos recursos naturais que estão dentro de um contexto da ocupação humana, dessa forma visa a proteger e conservar as belezas cênicas, a manutenção da diversidade biológica e a preservação dos ecossistemas no seu estado original. Sendo assim:

A característica marcante das APAs é a possibilidade de manutenção da propriedade privada e do estilo de vida tradicional da região, onde programas de proteção à vida silvestre podem ser implantados sem haver necessidade de desapropriação de terras (EMBRAPA, 2000).

No Brasil, por meio da Política Nacional de Meio Ambiente e outros instrumentos da política, foi priorizada a categoria de unidade de conservação, a partir dos anos 80 (Artigo 8º da Lei Federal nº 6.902, de 27/04/1981) auxiliaram para a criação das APAs do Brasil, com o objetivo de conservar a diversidade de ambientes, de espécies e de processos naturais pela adequação das atividades humanas, com seus potenciais e limitações. As Unidades de Conservação são legalmente instituídas pelo poder público e são regulamentadas pela Lei nº 9.985, de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e as unidades desse tipo, quando instituídas pelo governo do estado ou prefeitura (BRASIL, 2000).

No Estado de São Paulo já foram criadas 16 APAs estaduais, 3 federais e várias municipais, atingindo mais de 100 municípios e protegendo uma grande variedade de paisagens e ecossistemas, numa extensão de cerca de 2,5 milhões de hectares (SMA/SP).

De acordo com EMBRAPA (2000):

Ao contrário de outras unidades de conservação, as APAs podem incluir terras de propriedade privada, não exigindo, portanto, a desapropriação de terras. Assim, uma APA não impede o desenvolvimento de uma região, permite a manutenção das atividades humanas existentes, e apenas orienta as atividades produtivas de forma a coibir a predação e a degradação dos recursos naturais (EMBRAPA, 2000).

Para a sua implementação, a APA envolve diversas etapas e procedimentos legais e técnicos. Embrapa (2000) descreveu sua simples criação:

(...) instrumento legal (lei, decreto, resolução ou portaria), constitui apenas o primeiro passo, que deve ser seguido pela regulamentação destas leis e decretos e pela a implantação de um complexo sistema de gestão ambiental. Devem ser definidos criteriosamente os instrumentos gerenciais, como o zoneamento ambiental, o plano de gestão e os instrumentos fiscais e financeiros para garantir o cumprimento dos objetivos básicos da APA (EMBRAPA, 2000).

A unidade de conservação, APA, pode ser classificada em dois grupos: unidade de conservação de proteção integral e unidades de conservação de uso sustentável, como no caso da bacia hidrográfica estudada em São Francisco Xavier, SP. As unidades de conservação de proteção integral, ou de uso indireto, de acordo com MMA (2013) são aquelas onde haverá a conservação dos atributos naturais, efetuando-se a preservação dos ecossistemas em estado natural com um mínimo de alterações, sendo apenas de uso indireto dos recursos naturais.

A APA do distrito de São Francisco Xavier foi criada pela Lei Estadual nº 11.262, de 08 de novembro de 2002, e regulamentada pela Resolução SMA 64/08, que instituiu seu plano de manejo. A área da APA integra o mosaico de Unidade de Conservação da Mantiqueira dos Estados de SP, MG e RJ, a sua gestão é de responsabilidade da Fundação Florestal com apoio da Prefeitura municipal de São José dos Campos e com fundamentos e diretrizes feitas pelos seus conselhos gestores, além de entidades de apoio (SM/SJC, 2014).

A APA São Francisco Xavier foi instituída com objetivos específicos de:

- I. conservar e proteger a biodiversidade e os recursos hídricos;
- II. preservar as espécies raras, endêmicas, em perigo ou ameaçadas de extinção, notadamente o Muriqui (*Brachyteles arachnoides*);
- III. proteger o patrimônio paisagístico, histórico e cultural da Serra da Mantiqueira;
- IV. disciplinar o uso e a ocupação do solo e a exploração dos recursos naturais; e
- V. compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção e a recuperação dos recursos naturais; (SÃO PAULO, 2002).

A APA Estadual de São Francisco Xavier, em seu perímetro cobre a APA municipal e se sobrepõe parcialmente ao da APA Federal da Serra da Mantiqueira. Entretanto, a APA de São Francisco Xavier possui um conselho gestor com representantes do estado, município, sociedade civil, trabalhadores privados (MEDEIROS, 2005, p.36).

4.7.4. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

O tema Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) que trata de novas estratégias de gestão ambiental vêm ganhando força nos últimos anos já que os serviços ambientais destacam-se no cenário por meio da compensação econômica aos seus provedores (JARDIM, 2010). De acordo com isso, Packer (2015) complementou que:

[...] uma forma de flexibilização da tutela normativa ambiental, instrumento que opera uma transição do regime de bens de uso comum do povo para o regime civilista- proprietário, a fim de facilitar a entrada de componentes ambientais valorizados pelas cadeias de produção no comércio global de bens e serviços (PACKER, 2015, p.20).

A execução dos serviços ambientais apresenta-se em quatro categorias de PSA: 1) Mercado de carbono; 2) Proteção da Biodiversidade; 3) Proteção de Bacias Hidrográfica; 4) Proteção para beleza cênica (WUNDER, 2007, p.3). De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) (ANA, 2009, p. 10), os Pagamentos por Serviços Ambientais são transações financeiras de beneficiários por um dos serviços ambientais e que devem realizar práticas de conservação do meio ambiente.

Neste contexto, no Brasil encontra-se em desenvolvimento propostas de Pagamento por Serviços Ambientais que visam à recuperação e a preservação de áreas de degradação e certificar a qualidade dos recursos hídricos e o beneficiamento da sua proteção.

Desse modo, o PSA aparece como uma forma de agregar valor monetário aos serviços gerados por esses produtores rurais, ao conservarem os recursos hídricos, tornando a oferta desses serviços, no caso a garantia da oferta de água, parte de suas decisões estratégicas de manejo produtivo, pois terão um incentivo direto, por meio de uma compensação financeira, a tornar suas práticas mais sustentáveis (ZILBERMAN; LIPPER; MCCARTHY, 2006 apud JARDIM, 2010, p.20).

Dois projetos de lei estão em tramites no âmbito federal sobre PSA, o PL nº 792/97 e seus 10 projetos de lei pensados que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e o PL nº 3.134/2008, que trata do Programa de Recuperação e Conservação da Cobertura Vegetal, mas o PL nº 792/07 e seus 10 apensos que está no centro das negociações para regulamentar os incentivos positivos previstos no Código Florestal, através da instituição da Política, do Programa, do Fundo e do Cadastro

Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelecendo o formato destes contratos públicos ou privadas de compra e venda dos chamados “serviços ambientais” (PACKER, 2015, p.135).

A definição trazida pela atual versão do PL 792/07, que regulamenta a Política Nacional dos PSA: O art.9 do PL na sua versão em tramitação prevê as “cláusulas essenciais” para a contratação de pagamento por serviços ambientais, quais sejam:

- As partes contratantes do serviço (pagador e provedor);
- O objeto de contrato, com a descrição dos serviços a serem apgos ao provedor;
- A delimitação territorial da área do ecossistema responsável pelos serviços ambientais e suas inequívocas vinculação ao provedor;
- Os direitos e obrigações do provedor, incluindo as ações de conservação assumidas, os critérios e indicadores de qualidade dor serviços ambientais prestados;
- Os direitos e obrigações do pagador, como o modo, as condições, prazos da fiscalização e monitoramento;
- A obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas do provedor ao pagador;
- Eventuais critérios de bonificação para o provedor que atingir indicadores de desempenho superiores aos previstos no contrato;
- Preços e forma de pagamento, critérios e procedimentos para reajuste;
- Caso de revogação e de extinção do contrato; e
- Penalidades contratuais e administrativas a que está sujeito o provedor (PACKER, 2015, p.135).

A partir da contratação do PSA, a lei requer a “clara definição das partes dos contratantes e do objeto de contratação assim como das obrigações, preços, formas de pagamento e condicionantes para garantir a validade e eficácia da “entrega” do serviço contratado” (PACKER, 2015, p.137).

Dentre as iniciativas de PSA no Brasil, destaca-se o Programa Produtor de Águas que remunera financeiramente e “provê assistência técnica aos produtores rurais participantes de iniciativas de práticas de restauração e conservação de florestas situadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) de suas propriedades” (ANA, 2009).

O PSA vem sendo reforçado no seu mérito nacional e internacional pelo caso de Extrema (MG), com o Programa Conservador de Águas por ser a primeira iniciativa municipal a concretizar o pagamento para proprietários rurais em contrapartida do fornecimento de serviços ambientais visando à melhoria dos recursos hídricos e o manejo adequado do uso e ocupação da terra.

O Programa Produtor de Água, também tem a sua atuação na bacia hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) em São Paulo. A bacia PCJ que também abrange o estado de Minas Gerais que alimenta o Sistema Cantareira o qual abastece os habitantes da Região Metropolitana de São Paulo.

A tarefa de conservação de água e solo nas bacias hidrográficas é uma atividade que depende grandemente da participação dos proprietários rurais. Como nem sempre há uma percepção de que os ganhos com esta prática extrapolam as fronteiras das propriedades rurais gerando externalidades positivas (benefícios sociais), ela acaba por não ser realizada; de um lado, porque os pequenos e médios produtores rurais não têm, na maioria das vezes, renda suficiente para suportá-la sozinho e, de outro, porque, pela falta de percepção dos beneficiários, não existe disposição de pagar pelos benefícios pelos quais se apropriam (ANA, 2009, p.7).

No estado de São Paulo, o Pagamento por Serviços Ambientais cabe ao órgão do FECOP (Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição) que institui a financiar o projeto que segue através da Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, instituída pela Deliberação CONSEMA 32/2009, com o objetivo de incentivar os serviços ecossistêmicos. No que tange essa Deliberação são considerados.

- I- Serviços ambientais: iniciativas que favorecem a conservação, manutenção, ampliação ou a recuperação de serviços ecossistêmicos, tais como preservação, proteção e recuperação de florestas nativas, adoção de práticas de conservação do solo e da água e de técnicas de manejo agroecológico e ações para a proteção e manejo de fauna silvestre;
- II- Serviços ecossistêmicos: benefícios propiciados pelos ecossistemas que são imprescindíveis para a manutenção de condições necessárias à vida;
- III - Pagamento por serviços ambientais: transação voluntária na qual um serviço ambiental previamente definido é comprado por um pagador de serviços ambientais de um provedor de serviços ambientais que garanta a provisão destes serviços;
- IV - Pagador de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica, pública ou privada, que paga por serviços ambientais, beneficiando-se, direta ou indiretamente, destes serviços;
- V - Provedor de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica que executa, mediante remuneração, serviços ambientais nos termos desta Lei (SÃO PAULO, 2009).

Pelas deliberações do CONSEMA 32/2009 farão parte de ações conjuntas para o desenvolvimento da Política Estadual de Pagamentos por Serviços Ambientais programas como: “Protetor das Águas” que consiste na proteção, conservação e melhorias na qualidade e na disponibilidade dos recursos hídricos e “Protetor Verde” que

trata da conservação biológica, da proteção biológica e os efeitos das mudanças climáticas, através da recuperação e conservação das florestas e o sequestro de carbono atmosférico.

Além disso, em fevereiro de 2011, o governo do estado de São Paulo lançou o Projeto Mina D'Água através do Pacto das Águas¹. Esse projeto contempla o Pagamento por Serviços Ambientais, no qual consiste remunerar os produtores rurais que preservarem nascentes existentes dentro de suas propriedades, fazendo assim, o uso dos conceitos de externalidades e de provedor- receptor.

De forma simplificada as externalidades consistem em custo ou benefícios providos a terceiros, no qual não se consideram os preços do mercado.

Externalidades representam uma transferência de bem- estar entre grupos e indivíduos na sociedade que não é incorporada pelo custo total da produção ou consumo. Em geral, o custo social e ambiental não é considerado no preço final do produto, de modo que se privatiza o lucro e se socializa o dano (JARDIM, 2010, p.33).

Com isso, adotam-se práticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) que consiste em benefício para a gestão ambiental como novo instrumento econômico para auxiliar na gestão ambiental aos beneficiários desta prática, aos que adotarem práticas que assegure à conservação e a restauração na bacia hidrográfica e na produção de água.

4.7.5. Pagamento por Serviços Ambientais: Projeto Mina d'Água

A Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo a partir da Resolução SMA nº123, de 24 de Dezembro de 2010, que defini as diretrizes para a execução do Projeto Mina D'Água- Projeto de Pagamento por Serviços Ambientais para a proteção das nascentes, no âmbito do Programa de Remanescentes Florestais, e revoga a Resolução SMA nº61, de 24 de junho de 2010.

¹ Em 02 de junho de 2009, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo lançou o “Pacto das Águas São Paulo”, movimento que envolve prefeitos, Comitês de Bacias e os usuários, visando o apoio ao Consenso de Istambul (março de 2009, durante o 5º Fórum Mundial da Água, prefeitos e outras autoridades locais e regionais de diferentes partes do planeta, comprometidos em enfrentar as mudanças globais e em busca de um desenvolvimento sustentável, um conjunto de estratégias para gestão da água.). Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp/pactodasaguas/o-programa/o-programa-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 01/05/2015.

No que tange a resolução sobre as diretrizes no Art. 1º:

§ 1º -O Projeto Mina D'água será executado sob a responsabilidade da Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais -CBRN, com o apoio da Coordenadoria de Recursos Hídricos - CRHi e do Gabinete da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo -SMA, e de forma integrada com os Projetos Ambientais Estratégicos Municípios Verde Azul e Mata Ciliar, como Projeto Adote Uma Nascente e com o Pacto das Águas.

§ 2º - A implementação do Projeto Mina D'água ocorrerá em etapas, sendo a primeira etapa piloto, destinada à aferição de metodologias e estratégias de implementação.

§ 3º - A Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais -CBRN deverá elaborar relatórios semestrais sobre a execução do Projeto Mina D'água (SMA 123/10).

Cabe ressaltar, que é dada prioridade aos municípios que já desempenham atividades no âmbito do Projeto Ambiental Estratégico Município Verde Azul e no Pacto das Águas, conforme descrito no § 2º do Artigo 3º da Resolução SMA nº 123, de 24 de dezembro de 2010.

Nesse sentido, é preciso ressaltar que para a execução do Projeto Mina D'Água têm- se os critérios estabelecidos no Art.3º:

§ 1º - Para a assinatura de Convênio para a execução do Projeto Mina d'água os Municípios deverão atender aos seguintes requisitos:

I - Existência de lei municipal que autorize o Poder Público a realizar pagamentos a título de Pagamento por Serviços Ambientais -PSA;

II - Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente com participação da sociedade;

III - Existência, em seus quadros funcionais, de profissionais para a realização das atividades de assistência técnica e monitoramento das ações decorrentes do projeto.

§ 2º-Terão prioridade para participação no Projeto Mina D'água os Municípios que desenvolvem atividades, no âmbito do Projeto Ambiental Estratégico Município VerdeAzul e no Pacto das Águas.

§ 3º-Para a elaboração dos Planos de Trabalho integrantes dos convênios para a implantação do Projeto Mina D'água deverá ser observado o roteiro estabelecido no

Anexo I, que poderá ser adequado em função do estágio de preparação ou implementação do Projeto.

§ 4ºOs Municípios conveniados poderão solicitar recursos financeiros, sob a forma de crédito não reembolsável, do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição -FECOP para a execução de projetos de pagamento por serviços ambientais.

§ 5º A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo -SMA poderá apoiar tecnicamente os Municípios na fase de preparação de projetos, mediante a assinatura de convênio, sem transferência de recursos, atendidos os procedimentos previstos no Decreto nº 40.722, de 20 de março de 1996 (SMA 123/2010, p.2).

Neste estão definidos os compromissos a serem transmitidos, assumidos e as demais condições tanto da Prefeitura Municipal como também do produtor, a fim de que este tenha o direito em receber a remuneração. Aos provedores de serviços ambientais de acordo com o Art. 4º serão selecionados pelas Prefeituras Municipais têm a sua participação limitada a obtenção desses Serviços Ambientais no Projeto será com § 1º de 4 (quatro) nascentes por produtor.

O Art. 5º da Resolução trata da participação dos proprietários rurais no programa, este fica sujeito a comprovação do uso ou ocupação regular da propriedade, bem como, deve ser assinado o Termo de Compromisso de Adequação Ambiental, no qual serão estabelecidas os deveres e prazos.

A atuação do projeto tem como prioridade a sua execução em áreas de mananciais de abastecimento público em benefício à proteção de nascentes como descrito no Art. 2º trata:

- I - Eliminação de fatores de degradação, tais como presença de animais, fogo, focos de erosão, entre outros;
- II - Execução de ações que favoreçam a regeneração natural da vegetação, tais como eliminação de espécies competidoras, implantação de técnicas de nucleação, entre outras;
- III - Plantio de mudas de espécies nativas de ocorrência regional;
- IV - Monitoramento e vigilância. (SMA 123/ 2010, p.2).

Cabe ressaltar que o município selecionado para a execução dos projetos Mina D'Água solicitarão os recursos financeiros, sob a forma de crédito não reembolsável, do Fundo Estadual de Preservação e Controle da Poluição- FECOP como disposto no § 4º do Artigo 3º da Resolução SMA nº 123, de 24 de dezembro de 2010. Para o cálculo dos valores a serem pagãos aos provedores dos serviços ambientais segue a seguinte fórmula “*Valor do pagamento = V Ref x (F Prot + F Imp) x 0,2*”.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Descrição da área

5.1.1. Características gerais da área de estudo

A bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio está localizada no distrito de São Francisco Xavier, localizado ao norte do município de São José dos Campos (SP), cujas coordenadas geográficas da sede do distrito são: longitude 45°57'W e latitude 22°54'S. (Figura 2)

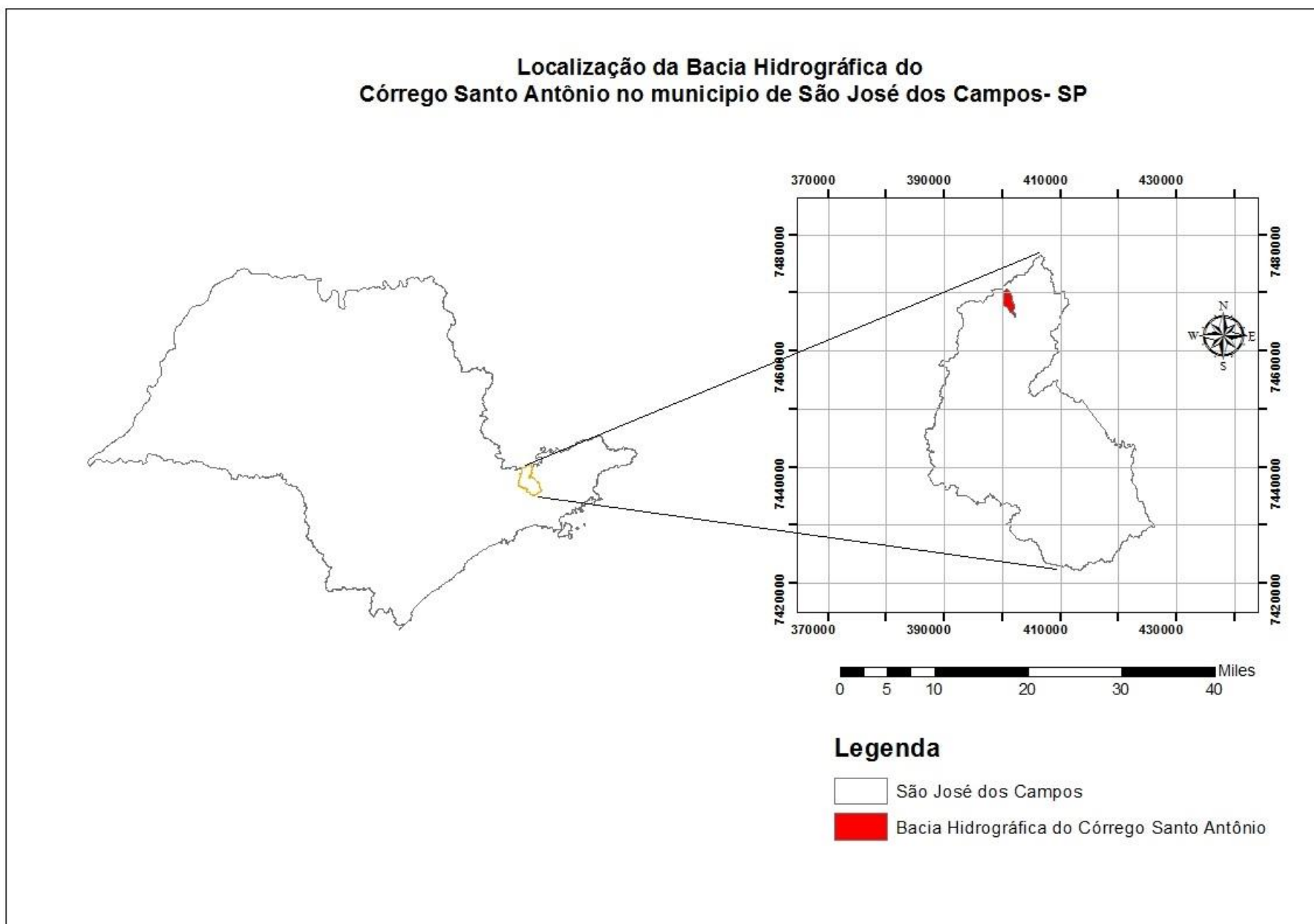


Figura 2. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio no município de São José dos Campos.

A relevância do estudo na bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, no distrito de São Francisco Xavier, que pertence ao município de São José dos Campos, São Paulo, com área total de 520,7 ha sendo este córrego afluente do Rio do Peixe que alimenta a bacia do Rio Jaguari, um dos mais importantes do estado de São Paulo, pertence Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI - 2), bacia hidrográfica do Paraíba do Sul.

5.1.2. Caracterização histórica do município de São Francisco Xavier/SP

A origem do distrito de São Francisco Xavier deve-se a sua localização estratégica, por ser o lugar de passagem e pouso de tropeiros que vinham de Minas Gerais para vender seus produtos em São José dos Campos. Em 16 de agosto de 1892, o distrito foi criado oficialmente pela Lei Estadual nº 59.

O distrito conta com uma população de 2.867 habitantes (IBGE, 2010) e faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul (UGRHI 2).

Localizado ao norte do município de São José dos Campos, o distrito tem uma paisagem natural privilegiada, com fortes declives e grandes altitudes. O ponto culminante é o Pico do Selado, com 2.082 metros, de onde se avistam as cidades vizinhas, em meio a um relevo harmonioso de montanhas e vales (Ibidem).

Como parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, o distrito é Área de Proteção Ambiental Federal. Na esfera municipal, o distrito é amparado pela Lei Complementar nº165, de 15 de dezembro de 1997, que instituiu a APA da Serra da Mantiqueira. Em 8 de novembro de 2002, foi aprovada a Lei Estadual nº11.262, criando a APA-São Francisco Xavier, que hoje dispõe de um Conselho Gestor com participação do estado, do município e da comunidade, já tendo um plano de manejo aprovado em 2006 (Ibidem).

Inicialmente, o distrito foi ocupado por propriedades rurais relacionadas a práticas agropecuárias e, com a estagnação econômica desta atividade, surgiu o desenvolvimento turístico, trazendo o fracionamento das propriedades, transformando-as em chácaras de lazer e empreendimentos turísticos (MORELLI, 2002, apud JUSSARA, 2006, p.19).

Por meio da legislação, a APA tem por objetivo disciplinar o processo de ocupação do distrito e de toda a potencialidade turística resultante de suas riquezas naturais que, por isso, vem atraindo a atenção de um número cada vez mais expressivo de pessoas, o que exige uma crescente necessidade de assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, de tal forma que proporcione bem-estar à população e aos visitantes.

O clima da região é, segundo classificação de Köppen, Cwa sendo definido como clima temperado úmido com inverso seco e verão quente; a temperatura média anual é de 21,3°C e a precipitação média anual de 1304,9 mm, com altitude de 594 metros (CEPAGRI, 2015).

5.1.3. Características geomorfológicas

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS; MOROZ, 1997), a área de estudo localiza-se na morfoescultura “Planalto Atlântico, por ocorrer em faixa de orogenia antiga, corresponde a relevos sustentados por litológicas diversas, quase sempre metamórficas associadas com intrusivas”.

O modelado dominante do Planalto Atlântico constitui-se por formas de topos convexos, elevada densidade de calhas de drenagem e vales profundos. É a área de “Domínio dos mares de morros” definido por Ab’Saber (1970) apud Ross (1985) (ROSS; MOROZ, 1997).

5.1.4. Características pedológicas

Com o tipo de relevo mamelonar, por vezes referido como “mar de morros”, predominam os Argissolos (antes denominados Podzólicos Vermelhos-Amarelos) e Latossolos Vermelho-Amarelos, desenvolvidos, principalmente, em materiais derivados de granitos e xistos (LEPSCH, 2009, p.138).

Na área da bacia em estudos, segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, predomina os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) (OLIVEIRA et al., 1999).

Os Latossolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de Horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura (OLIVEIRA et al., 1999).

5.1.5. Características hidrográficas

A região possui inúmeras nascentes devido à topografia e aos fatores climáticos. A área possui rios com alto grau de amplitude altimétrica, formando inúmeras cachoeiras. Os rios do Peixe e da Fatura são sub-bacias que alimentam a bacia do rio Jaguari (CEIVAP, 2014, p.62), exposto na Figura 3.

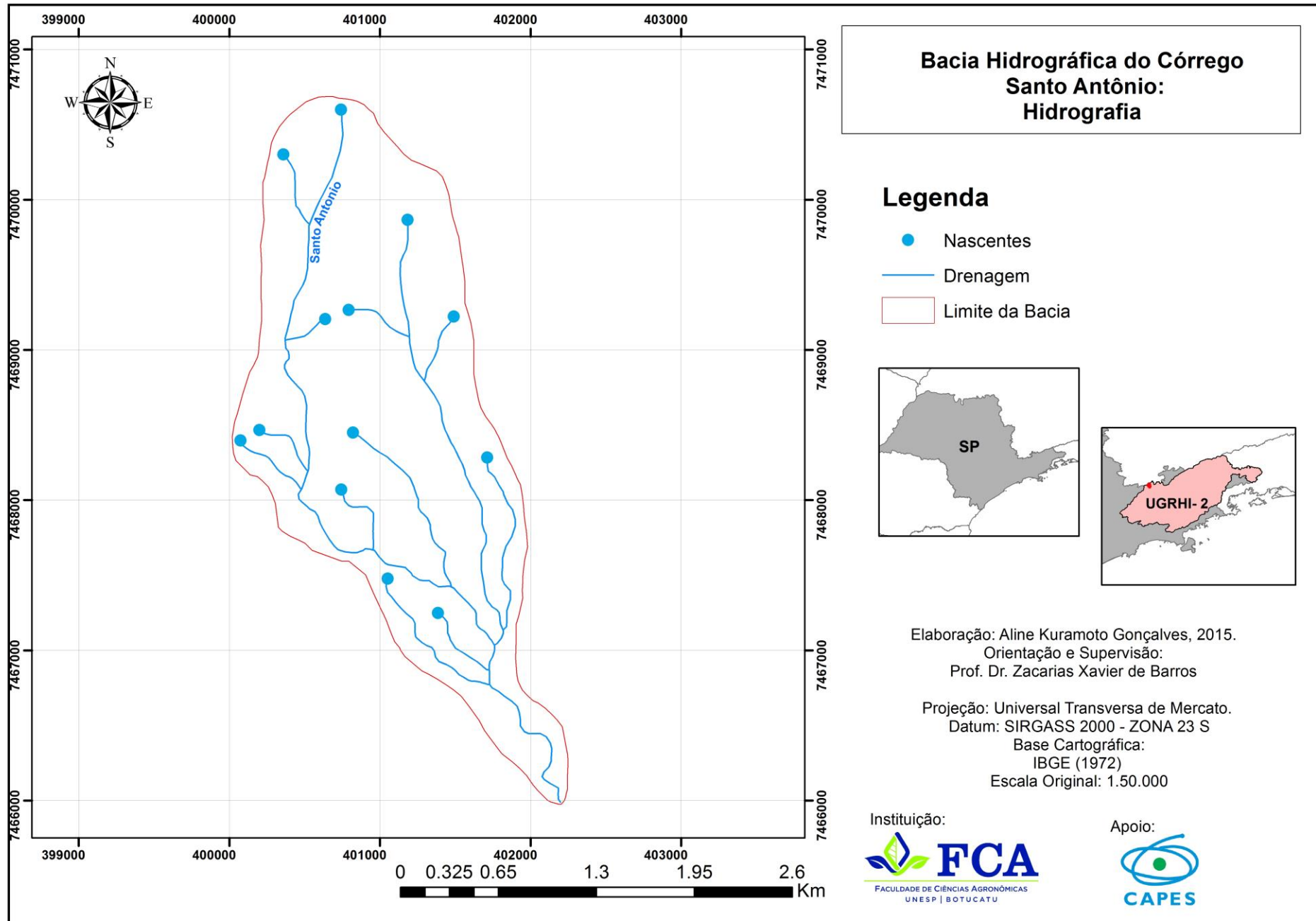


Figura 3. Mapa da hidrografia da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

5.1.6. Características da vegetação nativa

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul encontra-se inserida plenamente no bioma da Mata Atlântica sendo que este bioma corresponde a aproximadamente 13% do território brasileiro (IBGE, 2004). [...] a formação vegetal original encontra-se reduzida. O acesso e a penetração de seu interior é mais fácil nas áreas de proteção ambiental, como parques nacionais e estaduais e reservas ecológicas. Grande parte dessas florestas remanescentes foram devastada, e hoje se apresenta na condição de mata secundária (CEIVAP, 2014, p.57).

5.2. Material

5.2.1 Bases Cartográficas

Para elaboração inicial dos mapas temáticos foram utilizadas as cartas planialtimétricas editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em formato impresso e digital em escala 1:50.000 referente a folha do município de Monteiro Lobato SF-23-Y-B-V-3, com equidistâncias das curvas de nível de 20 metros, Datum Córrego Alegre, Minas Gerais (IBGE, 1973). Também foi utilizado ortofoto (imagens aéreas de alta resolução) do Projeto Mapeia São Paulo da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA) com escala de detalhamento de 1:10.000 para todo o estado.

Além destes, fez uso das imagens de satélites disponíveis no *Google Earth*, e também da imagem do radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) da Embrapa Monitoramento por Satélite - utilizando a cena de um dos mosaicos do estado de São Paulo com resolução espacial de 30 metros.

Os dados obtidos e demais bases secundárias foram uniformizadas para que não houvesse inconsistência de dados, assim, todos os dados cartográficos foram reprojatados para o mesmo Datum (ou sistema de referência geodésico de referência) o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), atual sistema do Brasil, e a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

5.2.2. Materiais Utilizados

Os principais materiais utilizados foram: notebook; pacote de aplicativos BrOffice; programa do Sistema de Informação Geográfica ArcGis®; carta topográfica; imagens de satélite; fotografias aéreas e câmera fotográfica.

5.3. Métodos

Os resultados obtidos foram estruturados dos objetivos do trabalho a partir da revisão bibliográfica, da delimitação da área de estudo e dos procedimentos utilizados como: trabalho em campo, levantamento de dados, compilação dos dados e sua verificação dos produtos cartográficos produzidos conjuntamente. Assim, o mapeamento torna-se uma importante ferramenta para a interpretação e espacialização das informações dos dados obtidos numa escala de análise local.

A principal ferramenta metodológica utilizada foi o uso do geoprocessamento com a utilização do Sistema de Informação Geográfica sendo usadas as ferramentas de mapeamento no aplicativo computacional *ArcGIS*®.

O fluxograma (Figura 4) representa a organização da delimitação da área de estudo para execução e análises, tais como: compilação e levantamento de dados, informações e mapeamentos, para reconhecimento da área; análise de documentos; representações cartográficas; e, sistematização das informações.

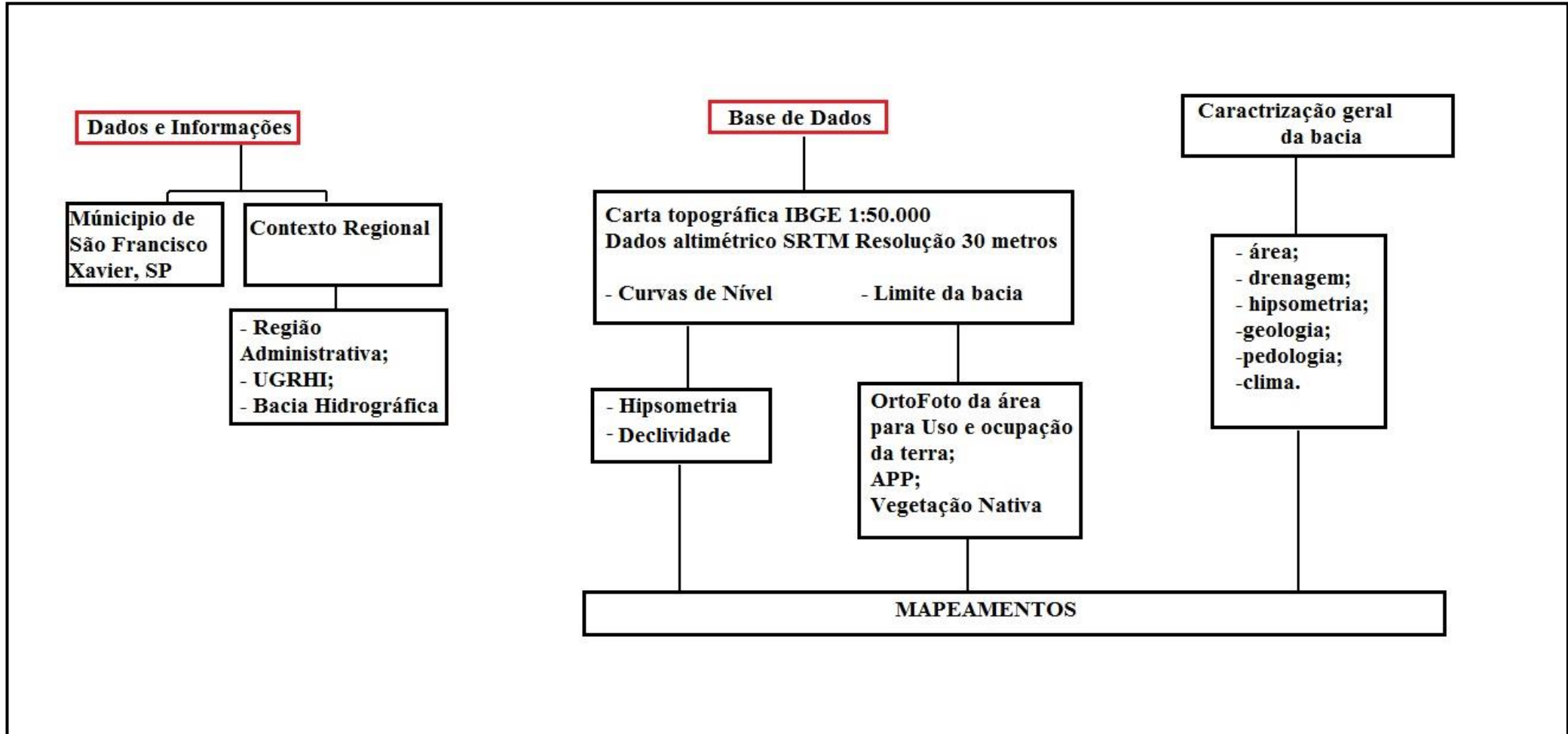


Figura 4: Fluxograma das etapas do mapeamento da Bacia do Córrego Santo Antônio

Elaboração: Aline Kuramoto Gonçalves, 2015.

A primeira fase do fluxograma consiste em dados e informações da área, da qual foi resgatado, de maneira sintética, o processo histórico e os índices socioeconômicos da bacia hidrográfica, incluindo a importância dessa área para a população local e regional, bem como a dinâmica urbana do município.

No que tange, a caracterização geral da bacia foi elaborada a partir da espacialização das seguintes temáticas: área, drenagem, geologia, pedologia, hidrografia e vegetação. O clima foi analisado a partir do CEPAGRI (2015) que apresentam, na sua plataforma, a quantidade de precipitação e os dados de temperatura.

Outro tema fundamental para caracterização da bacia que apresenta as altitudes e inclinações do terreno, os quais foram elaborados por meio da imagem SRTM, para a geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) e, foi usado para obter o hipsométrico e o clinograma, que tem por objetivo observar as altitudes e inclinações do terreno, os quais foram elaborados a partir de alguns módulos e pelo uso de procedimentos no programa ArcGis (*tin e slope*).

A altitude no mapa hipsométrico foi apresentada de 30 em 30 metros e as classes clinográficas, no mapa clinográfico ou de declividades, foram estabelecidas com base nas legislações vigentes e ao uso e ocupação territorial (DE BIASI, 1992).

O uso e ocupação da terra foram mapeados com auxílio da ortofoto, bem como o mapeamento e a identificação das APP da bacia hidrográfica foram realizadas a partir da legislação vigente. Assim, foram vetorizadas em ambiente SIG do ArcMap®, a partir de algumas nomenclaturas de classes dispostas no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), as quais necessitam estar de acordo com a escala utilizada no mapeamento e que aborde toda a diversidade de usos existentes.

Outra etapa do trabalho foi à análise morfométrica, no que diz respeito a avaliar as características geométricas (área, perímetro, coeficiente de compactidade, índice de circularidade) e da rede de drenagem, de maneira a compreender como o conjunto dos elementos que se manifesta na realidade. Cada característica e parâmetros analisados foram calculados no ArcGis. A análise morfométrica consistiu da avaliação das características geométricas e das características da rede de drenagem.

E, por fim, foi proposto o PSA visando uma das formas atuais de gestão dos recursos hídricos de forma a integrar (natural e social) que resultaram em ações

de melhoria na conservação e preservação das águas, por meio do programa Mina D'água desenvolvida pelo Estado de São Paulo.

5.3.1. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica

No presente estudo foram avaliados algumas variáveis e parâmetros morfométricos, segundo Horton (1945), Smith (1950) e Strahler (1957), como:

5.3.2. Área de drenagem e perímetro da bacia

A área de drenagem (A) é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal. É o elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos (TONELLO, 2005). O perímetro da bacia (P) constitui o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005).

5.3.3. Coeficiente de compacidade da bacia

Coeficiente de compacidade (Kc) relaciona o formato de uma bacia com o de um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia (SIQUEIRA et al., 2012). Esse coeficiente correlaciona a razão do perímetro do divisor topográfico (P) pela raiz quadrada da área da microbacia (A), multiplicado pelo coeficiente da fórmula (0,28). (Equação 1).

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Onde:

Kc= coeficiente de compacidade

P= perímetro da bacia ou sub- bacia (km)

A= área de drenagem da bacia ou sub- bacia (km²)

5.3.4. Índice de circularidade da bacia

Índice de circularidade (Ic) correlaciona a razão entre a área da microbacia (A) pelo perímetro do divisor topográfico (P) ao quadrado, multiplicado pelo coeficiente da fórmula (12,57). Quanto mais próximo de 1,0, mais próxima da forma circular será a bacia hidrográfica, com maior tendência a enchentes e diminui à medida que a forma torna-se alongada, com tendência à conservação (LIMA, 2008). O cálculo é efetuado por meio da Equação 2.

$$Ic = \frac{12,57 * A}{P^2} \quad (2)$$

Onde:

IC= Índice de circularidade

A= área de drenagem da bacia ou sub- bacia (km²)

P= perímetro da bacia ou sub- bacia (km)

5.3.5. Ordem dos cursos d'água

A ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia (TUCCI, 2001) e pode ser determinada seguindo os critérios introduzidos por Horton (1954) e Strahler (1957), citados por Tonello (2005).

Na classificação apresentada por Strahler (1957), onde os cursos d'água sem tributários são classificados como de primeira ordem, os cursos formados por dois tributários de primeira ordem, são denominados de segunda ordem, os cursos formados por dois tributários de segunda ordem, são de terceira ordem e assim por diante. Essa informação foi utilizada para a determinação da ordem da bacia e da hierarquia dos afluentes.

5.3.6. Comprimento total dos cursos d'água

O comprimento total dos cursos d' água é obtido pelo maior comprimento (C) representando a linha que une a foz até o ponto extremo da bacia, sobre a linha do divisor topográfico, seguindo o vale principal. A maior largura (L) compreende a dimensão linear que corta transversalmente o vale principal e o comprimento do canal principal (Ccp), representa o comprimento total do segmento de rio principal, acompanhando sua sinuosidade, desde sua nascente até a foz.

5.3.7. Densidade de drenagem da bacia

Densidade de drenagem (Dd) é calculada pela razão entre o comprimento de drenagem (Cr) com a área da microbacia (A). É um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica, está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia (LIMA, 2008). França (1968) classificou a densidade de drenagem em: baixa (< 1,5 km/km²), média (1,5 a 2,5km/km²), alta (2,5 a 3,0 km/km²) e super alta (> 3,0 km/km²). (Equação 3).

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

(3)

Onde:

Dd= densidade de drenagem (km/km²)

L_t= comprimento total dos cursos d' água (km)

A= área de drenagem da bacia (km²)

5.3.8. Trabalho de Campo

A realização dos trabalhos de campo na bacia hidrográfica contribuiu para a compreensão da dinâmica ambiental e social da área, estes também se mostraram relevantes na atualização dos cenários observados na fotografia ortorretificada,

bem como a composição do banco de dados e a elaboração do mapeamento do uso e ocupação da terra.

De acordo com IBGE (2013) o trabalho de campo realizado é, como forma de aprofundar, confirmar ou retificar a classificação prévia dos tipos de uso e cobertura da terra, de forma a correlacionar os padrões de imagem ou fotografias aéreas.

Segundo Suertegaray (2005, p.30):

Na pesquisa de campo como ação de explicação e transformação, a necessidade de campo é pensada com vistas a sua transformação. A geografia, neste caso, exerce uma ação de grafar o território. Constrói novas territorialidades juntamente com outros segmentos sociais. A pesquisa de campo constitui para o geógrafo um ato de observação da realidade do outro, interpretada pela lente do sujeito na relação com o outro sujeito. Esta interpretação resulta de seu engajamento no próprio objeto de investigação. Sua construção geográfica resulta de suas práticas sociais.

As fotos foram (Figura 5) obtidas do trabalho de campo realizado em junho de 2015 na área da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio demonstram parcialmente a dinâmica da paisagem do local e da natureza.



Figura 4. **A** - Área urbana.



B - Presença da vegetação e estrada de terra.



C – Revelo mamelonar e APA.



D - Ponto a montante do Rio Santo Antônio.



E- Pequena área de cultivo.



F - Pastagem.

No que se refere ao panorama atual da bacia observou nas Figuras 5 (A e B) a presença da área urbana, localizada a montante, bem como estradas de terras que dão acesso a algumas sedes de propriedades localizadas a jusante.

Nas Figuras 5 (C) e (E e F) observa-se que grande parte das formas de relevo existente na bacia hidrográfica tem o predomínio da vegetação, devido a presença da APA, e alguns fragmentos de área de cultivo e pastagem. Quanto a planície fluvial, em sua maioria, está coberta pela vegetação, entretanto, a montante da bacia, sofre influência de parte da área urbana (Figura 5 D).

Assim, ressalta-se que a prática do trabalho de campo têm a sua importância quanto a entender os processos de transformação do uso e cobertura da terra e como recurso de identificar e interpretar as dinâmicas.

5.3.9. Mapa de uso e ocupação do terra

A etapa da vetorização das classes de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica em estudo realizou através fotointerpretação da ortofoto processada por meio do SIG ArcGis.

A interpretação visual e sua classificação do uso para a bacia hidrográfica em estudo deu-se por base no Manual de Uso da Terra (IBGE,2013). Assim, foram mapeadas as classes de acordo com a classificação:

Contendo quatro itens, o nível I (classes) indica as principais categorias da cobertura terrestre no planeta, que podem ser discriminadas a partir da interpretação direta dos dados dos sensores remotos. Atendem aos usuários interessados em informações nacionais ou inter-regionais (IBGE, 2013).

Segundo o IBGE (2013), as Áreas Urbanizadas são porções no território de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, com predominância de superfícies artificiais não agrícolas. Podem ser contínuas, onde as áreas lineares de vegetação são minoria, ou descontínuas, onde as áreas vegetadas ocupam espaços maiores.









Outra categoria mapeada no nível I foi as Áreas Antrópicas Agrícolas, que inclui todas as terras cultivadas, sendo em zonas agrícolas heterogêneas ou de zonas extensas de monoculturas (IBGE, 2013).

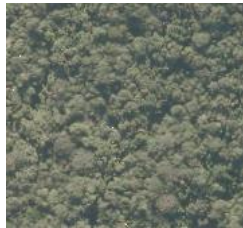


No nível I outra categoria mapeada foram as Áreas de Vegetação Natural, abrangendo desde florestas a campos originais (primários) e alterados até formações florestais secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios de desenvolvimento (IBGE, 2013).

Dentro do nível I de Água, classificou-as como Águas Superficiais, referindo-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não tem origem marinha, como: rios, canais, lagos, represas, açudes, etc. (IBGE, 2013).

Dessa maneira, elaborou-se o Quadro 2, que representa as chaves de interpretação que foram utilizadas para a vetorização das classes de feições, por meio da verdade terrestre da ortofotografia. Contudo estas aliadas aos trabalhos de campo possibilitam a eficiência do trabalho.

Quadro 2. Classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

Classe	Descrição	Foto Aérea 2010	Características no campo
Cidade	Textura: grossa Padrão: quadriculado		*
Estrada	Textura: fina Padrão: linear		
Cultura Agrícola	Textura: grossa Padrão: quadriculada		
Pastagem	Textura: fina Padrão: uniforme		
Sedes	Textura: fina Padrão: linear		*

Floresta	Textura: áspera		
Área úmida	Textura: lisa		*

Fonte: Éder Perriera dos Santos, 2013, p.102.

Adaptado por: Aline Kuramoto Gonçalves, 2015.

Assim, Santos (2013) destacou a importância da classificação do uso e cobertura da terra de maneira a “buscar uma maior interação entre os mapeamentos e as análises posteriores acerca de se entender a dinâmica da bacia” (SANTOS, 2013, p.103).

5.3.10. Definição das Áreas de Preservação Permanente: Código Florestal

No mapeamento das APP da bacia hidrográfica seguiu-se as normas da legislação ambiental Código Florestal (Lei nº 12.727/12), visto que são áreas de preservação e conservação protegidas pelo código, que visam garantir a vegetação nativa ou a vegetação nas margens dos rios e nascentes.

Para a delimitação das APP ao longo dos rios, foi realizada a vetorização de toda a drenagem da bacia e identificou as larguras e sua extensão. Posteriormente, foram criados os *buffers*, operador de distância, para a sua delimitação nos cursos d’água e nascentes.

Foram delimitadas para as nascentes num raio de 50 metros e de 30 metros de cada lado da margem ao longo do curso d’água, já que na bacia hidrográfica em estudo, os cursos d’água são inferiores a 10 metros, resultando a delimitação das APP.

A montante a área da bacia é caracterizada como topo de morro, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior de 25°, de forma a calcular sua delimitação, uma vez que a linha imaginária que define a base do morro (*i.e.*, base legal, que se difere da base hidrológica) agora é dada pela cota do ponto de cota mais próximo à elevação. Entretanto, como está dentro da delimitação da APA, sua preservação encontra-se na zona de proteção máxima, com interesse para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais e desta forma, a sua delimitação não se enquadra na legislação do Código Florestal.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Características morfométricas e físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

A análise morfométrica da bacia hidrográfica permitiu que esta fosse conhecida de maneira a garantir, manter e melhorar as condições dos seus recursos hídricos. As características morfométricas utilizadas com base nas medidas da bacia hidrográfica do Córrego do Santo Antônio foram área total, perímetro, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, comprimento do curso d'água principal, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água. Diante de tais informações tornou-se possível a compreensão da forma e do comportamento da mesma, de maneira a vir a auxiliar em políticas públicas que visem a proteção ou recuperação da bacia.

Um dos principais parâmetros morfométricos é ordem de ramificação dos cursos d'água que consiste no "processo que estabelece uma classificação para cada curso d'água no conjunto total da bacia hidrográfica" (SANTOS, 2004, p.86), numerando cada segmento de drenagem em ordem crescente, a partir da metodologia de Strahler em 1957.

A bacia do Córrego Santo Antônio (Figura 6) apresenta hierarquia fluvial de 1ª, 2ª e 3ª ordem, segundo a classificação de Stharler (1957), com área total de 5,21km² e com perímetro de 11 km.

O comprimento total dos cursos d'água existentes na bacia é de 16,38 km. O Córrego Santo Antônio, rio principal da bacia apresenta extensão de 5,9 Km.

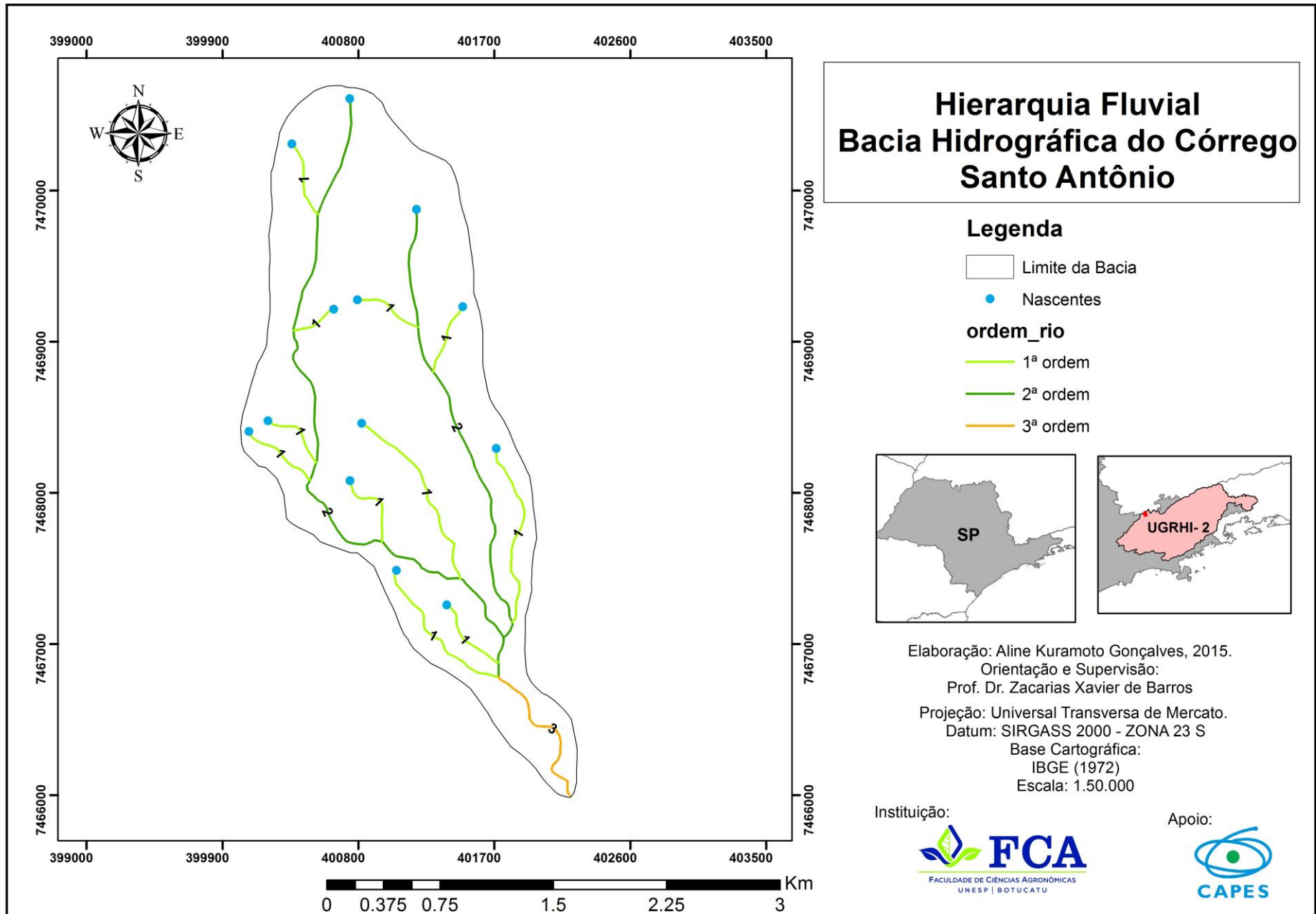


Figura 6. Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

A área da bacia hidrográfica “é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 113). Sendo assim, a bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, delimitada por meio da carta topográfica do IBGE, é igual a 520,7 ha.

O coeficiente de compacidade encontrado foi de 1,3. De acordo com Villela e Mattos (1975), este índice varia de acordo com a forma da bacia, sendo que quanto mais irregular, maior será o coeficiente de compacidade.

A bacia analisada demonstra sua forma alongada, uma vez que seu coeficiente de compacidade (K_c) apresentou valor afastado de um (1,3), assim como o índice de circularidade foi de 0,54, revelando que a bacia possui uma forma tendendo à alongada, favorece o escoamento superficial de maior velocidade, maior energia erosiva e baixa propensão à ocorrência de inundações (BARBOSA; CARVALHO, 2009, p. 169; ANTONELI; THOMAZ, 2007, p. 56).

A densidade de drenagem encontrada foi de 3,21 km/km². De acordo com Christofolletti (1980), são considerados de baixa densidade os valores menores de 7,5km/km², de média densidade entre 7,5 e 10 km/km². Este fator é importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia, reveleando a eficiência da drenagem da mesma. Villela e Matos (1975, p. 16) consideraram que, “embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem de bacias hidrográficas, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5 ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas”.

A partir do resultado encontrado concluiu-se que a bacia em questão apresenta um baixo grau de desenvolvimento da rede de drenagem da bacia hidrográfica estudada. A Tabela 3 apresenta a síntese dos dados.

Tabela 3. Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Córrego do Santo Antônio.

Características morfométricas	Valores
Área total	5,21 km ²
Perímetro total	11 km
Coeficiente de compacidade (K_c)	1,3
Índice de circularidade (IC)	0,54

Características de rede de drenagem	
Comprimento do curso d'água principal	5,9 km
Comprimento total dos cursos d'água	16,38 km
Densidade de drenagem (Dd)	3,21 km/ km ²
Ordem dos cursos de água	Cursos de 1º, 2º e 3º ordem.

Elaboração: Gonçalves, 2015.

6.2. Hipsometria

A forma do relevo é umas das características referentes a morfometria da área de estudo, por meio do mapeamento da hipsometria referente a sua variação altimétrica. A menor altitude (menor ponto cotado) é de 724 metros na foz do Córrego Santo Antônio e a maior altitude (maior ponto cotado) é de 1856 metros, à montante das nascentes do Córrego Santo Antônio, como apresentado na Figura 7.

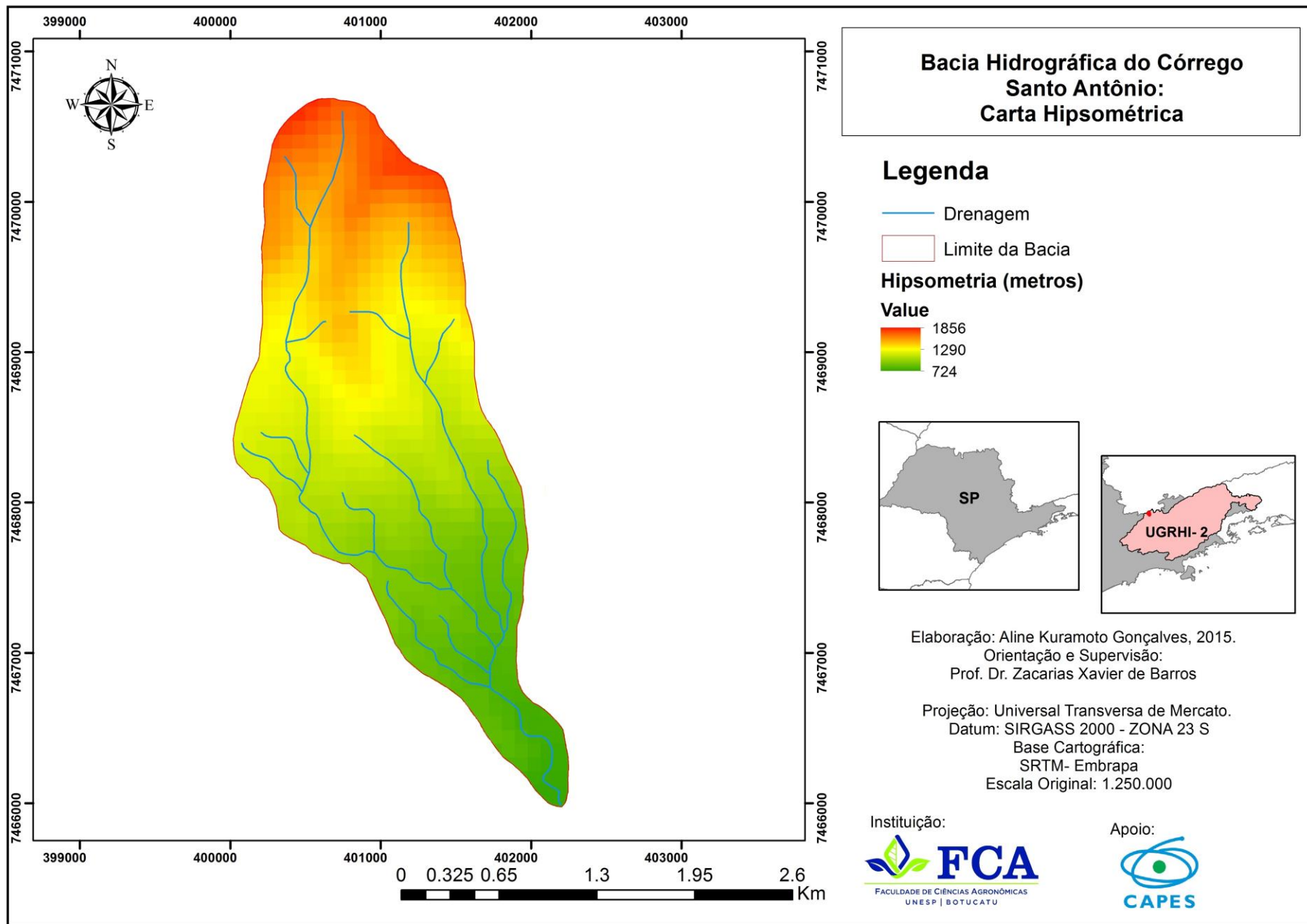


Figura 7. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

6.3. Declividade

A carta de declividade, ou clinográfica, é importante, pois, a partir dela é possível caracterizar o terreno por meio da inclinação e determinar o melhor aproveitamento do uso da terra. Outro fator é quanto ao escoamento das águas. Quanto maior o declive, maior será o escoamento da água pela superfície, o que pode interferir na qualidade das águas (MOTA, 1995, p.37).

Assim, as classes foram classificadas como:

<5% - Limite urbano-industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano;

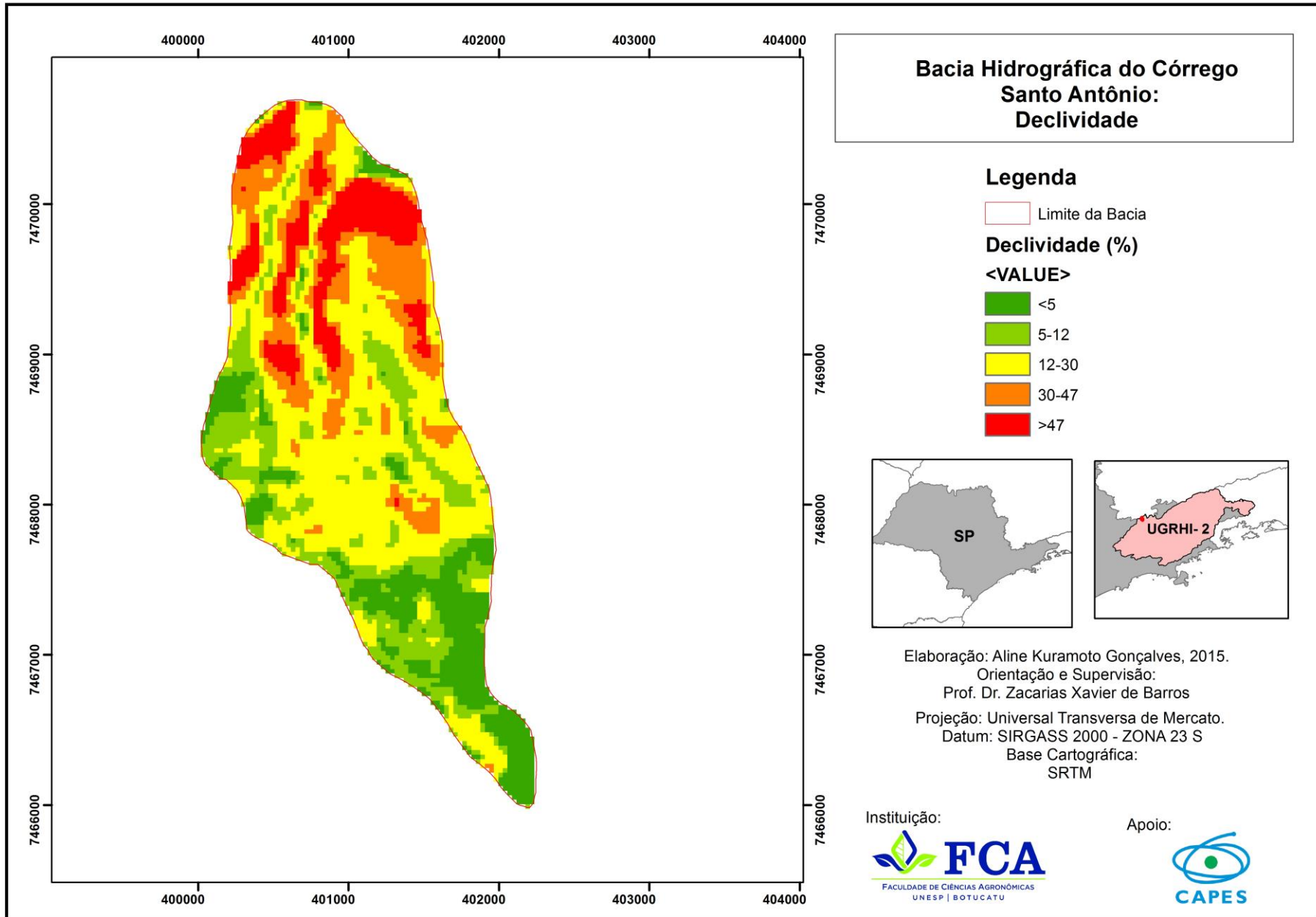
5 - 12% - Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns autores adotam as cifras de 10% e/ou 13%. A diferença é muito pequena, pois esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura;

12 - 30% - O limite de 30% é definido por legislação federal, como o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir da qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas;

30 - 47% - Limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura vegetal;

>47% - A partir desta faixa não é permitida a derrubada de florestas.

Na Figura 8 estão identificadas as classes da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, de acordo com a metodologia de De Biasi (1992).



6.4. Uso e ocupação da terra

O mapeamento do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica tem a sua importância em compreender como a terra é ocupada, quais são seus problemas observados, bem como, áreas de preservação e conservação, visto que a ocupação das terras no estado de São Paulo, de acordo com Zanata (2014), mostrou-se sem a preocupação em manter e conservar os recursos naturais, em especial as florestas. Assim, em 2015, encontram-se alguns fragmentos florestais ainda preservados em todo o estado, por meio de legislações, com impactando de maneira positiva sobre o solo, a água, a fauna e microclimas regionais.

Com isso, a partir da metodologia definida, o mapa do uso e ocupação da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, baseado em informações do ano de 2010 e 2011 está apresentado na Figura 9.

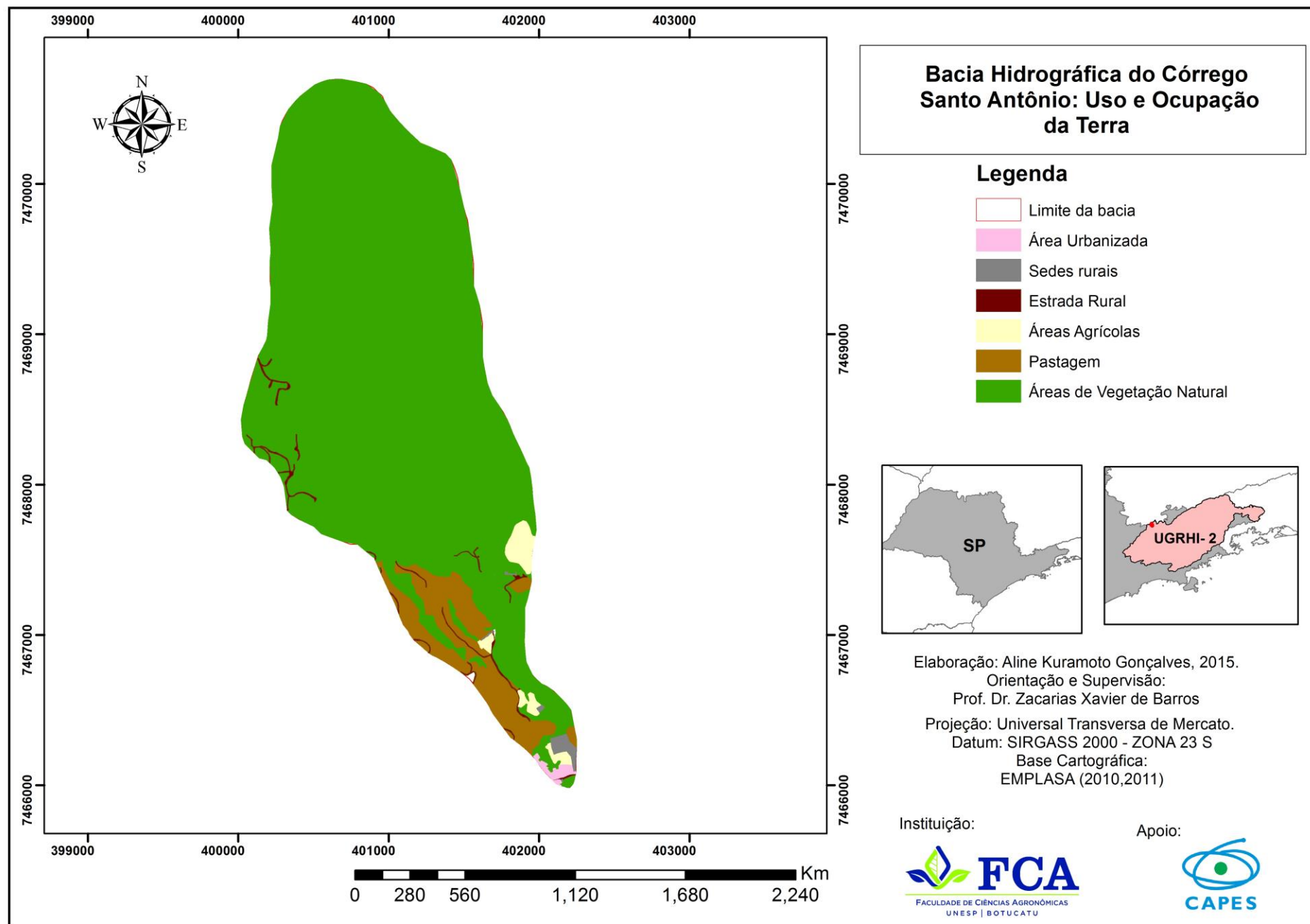


Figura 9. Mapa do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

A maior parte da bacia hidrográfica (tabela 4) compreende a área de vegetação que está protegida, devido a presença da APA na área da bacia cerca de 90,2% (470 ha).

Tabela 4. Quantificação das Classes de Uso e Ocupação da terra da Bacia do Córrego Santo Antônio.

Classe de Uso e Ocupação da terra	Área	
	(ha)	%
Área Urbanizada	1,70	0,32%
Sedes Rurais	2,80	0,53%
Estrada rural	3,20	0,61%
Áreas Agrícolas	3	0,57%
Pastagem	40	7,68%
Área de vegetação natural	470	90,2%
Total	520,7	100%

Organização: Gonçalves, 2016.

A área urbanizada ocupa 0,32% (1,70 ha) do território da bacia, com a presença das construções residenciais e notou-se a presença de uma escola essa área urbana está localizada a jusante da bacia hidrográfica, onde o córrego deságua no Rio do Peixe. As estradas de acesso aos restaurantes, moradias, escolas, igreja etc.; são pavimentadas dentro do perímetro urbano. Entretanto as outras vias de acesso compreendem as estradas rurais que dão acesso as sedes rurais com 0,61% (3,20 ha).

As sedes rurais representam 0,53% (2,80 ha) localizadas ao interior da bacia hidrográfica e dentro do perímetro da APA, as quais pertencem a moradores que não residem no município, pois a cidade é, atualmente, refúgio de “descanso e lazer” aos turistas e moradores das regiões próximas e, principalmente, aos que residem na capital São Paulo.

As áreas agrícolas representam 0,57% (3 ha) formadas por plantações em extensões pequenas de terra, principalmente milho, mandioca e cana-de-açúcar, compreendendo a pequenas porções espalhadas pela bacia hidrográfica.

Outro uso considerado no mapeamento foi a pastagem que compreende 7,68% (40 ha), sendo que a presença do gado na região compreende ao seu histórico econômico regional.

Assim, a identificação do uso e ocupação da terra compreende é um mapa fundamental para diagnosticar e identificar as fragilidades nos usos, de maneira que os usos ao longo dos anos podem sofrer diversas interferências na sua paisagem natural ou social, ou sendo intensificada pela ação antrópica.

6.5. Uso e ocupação da terra nas áreas de preservação permanente dos corpos d'água- Código Florestal

Com base no mapeamento e da ortofoto aérea da Emplasa foram identificadas as Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio. A bacia hidrográfica possui uma área total de preservação permanente relativa à 101,76 ha (Figura 10), das quais 3,67 ha são compostas por áreas de nascente e 98,09 ha de Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água.

De acordo com Mota (1995), a ocupação das áreas de Preservação Permanente, se elas forem ocupadas, as intervenções por meio dos usos devem sofrer a mínima alteração, e que deve sempre mantê-las em suas condições naturais.

Neste contexto, destaca-se a importância das legislações e do poder público em manter a conservação e preservação ambiental, pois compete ao município definir os limites ao uso e ocupação da terra, por meio de zoneamento, plano de manejo, parcelamento do solo e plano diretor.

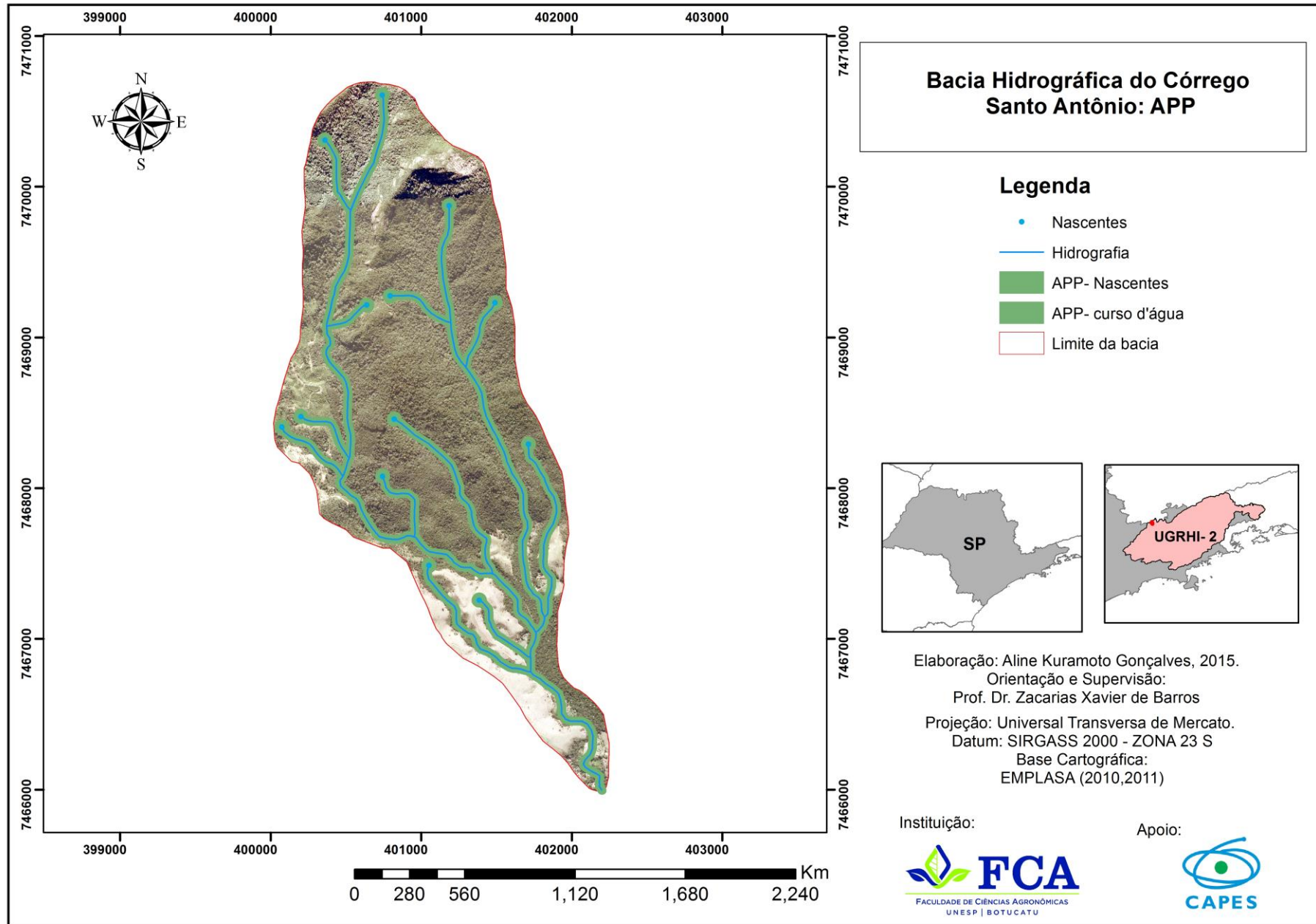


Figura 10. Mapa da APP da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

Na bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio, grande parte da sua área, encontra-se protegido pela APA do distrito de São Francisco Xavier. Cabe salientar, que foram mapeados os usos da terra dentro dos limites das áreas de preservação que indicou os conflitos de uso. Como o objetivo não foi identificar as propriedades rurais, este trabalho não contemplou o mapeamento das reservas legais, as quais são importantes.

Quanto ao cumprimento da legislação com o objetivo de preservar o ambiente, principalmente os recursos hídricos, as APP foram mapeadas e as áreas de conflito de uso ao longo dos cursos d'água da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio (Figura 11 e Tabela 5).

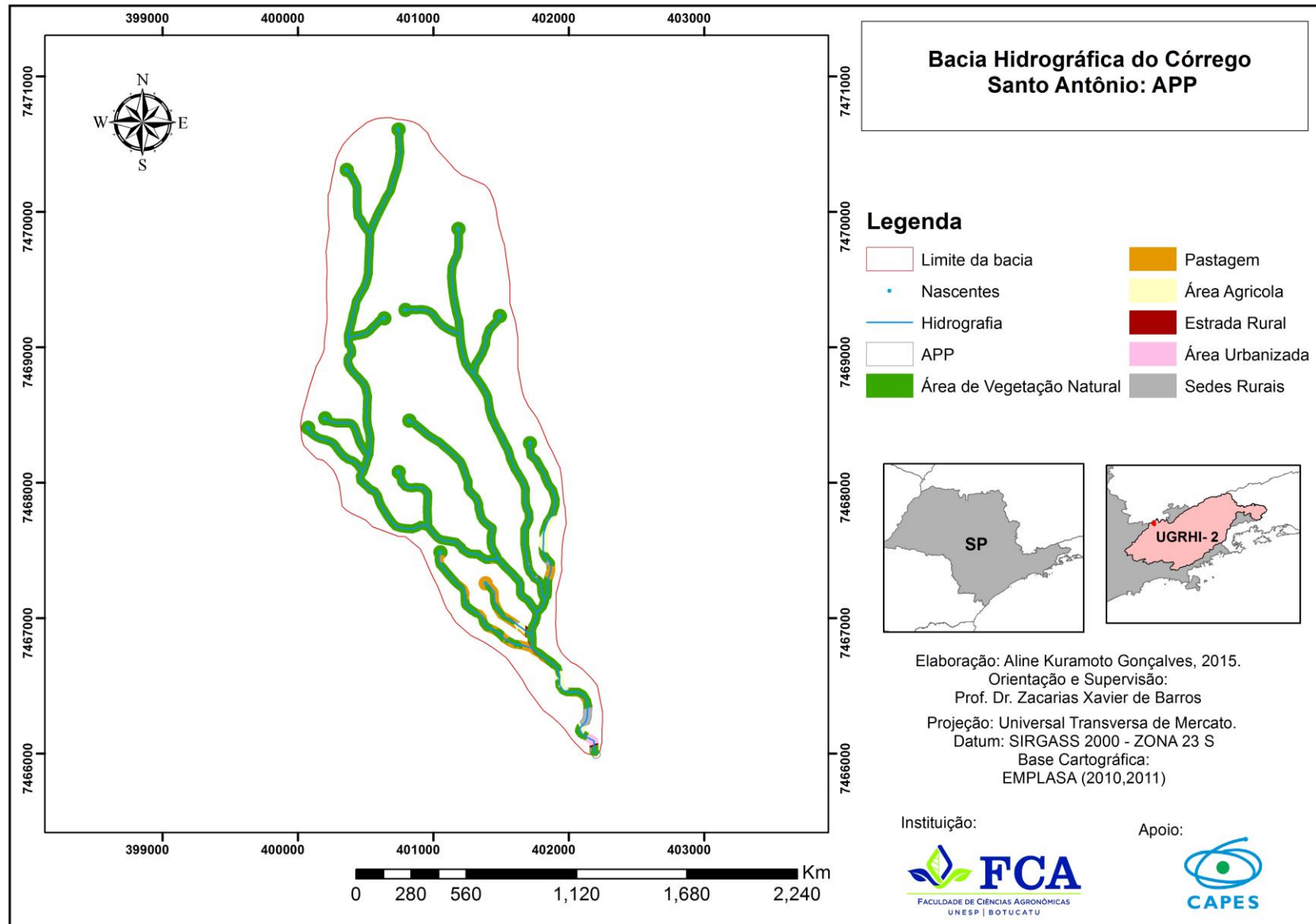


Figura 11. Mapa conflito de uso da terra em APP da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

Tabela 5. Conflitos de uso da terra em APPs na bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

Classes de uso da Terra	APP		Conflito	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Área de Vegetação Natural	93,66	92,07	-	-
Pastagem	4,40	4,30	4,4	54,32
Área Agrícola	2,70	2,65	2,70	33,34
Estrada Rural	0,50	0,49	0,50	6,17
Área Urbanizada	0,50	0,49	0,50	6,17
TOTAL	101,76	100	8,1	100

Organização: Gonçalves, 2016.

Quanto ao cumprimento da legislação verificou-se que alguns usos apresentaram desrespeito quanto aos limites à proteção dos cursos d'água.

A classe da pastagem corresponde a 4,4 ha (54,32%) e é encontrada em maior porcentagem de conflito, em decorrência ao histórico da área por antigos tropeiros e a produção de leite na região.

Em seguida, a área agrícola com área de 2,70 ha (33,34%) encontra-se em propriedades particulares – cercadas -, mas que é para o subsídio próprio. As estradas rurais dão acesso as propriedades e áreas agrícolas e correspondem a 0,50 ha (6,17%).

A área que corresponde ao distrito de São Francisco Xavier, área urbanizada, a jusante da bacia corresponde a 0,50 ha (6,17%).

Diante disso, pode-se concluir que cabe o cumprimento adequado da legislação ao longo dos cursos d'água de maneira a garantir ainda mais a qualidade das águas e que as ações antrópicas não interfiram ainda mais na sua degradação, para garantir a eficácia e as funções ecológicas das Áreas de Preservação Permanente.

6.6. Bacia Hidrográfica do Córrego Santo Antônio: o potencial para a formação de produtores de água.

Com o intuito de reforçar a importância da proteção e manutenção de áreas preservadas, foi criado o instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais, que visa incentivar essa prática. A sua implementação no distrito de São Francisco Xavier, por meio Projeto Mina D'água, que é executado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, corresponderia a uma importante decisão para a proteção das nascentes. Para que um município seja selecionado no Projeto Mina D'Água é necessário que o mesmo atenda a determinados critérios como descrito na metodologia da pesquisa.

Observou-se que a situação ambiental de São Francisco Xavier é favorável à implementação, tendo em vista que existem políticas de proteção aos recursos naturais e, principalmente, aos recursos hídricos, com plano de manejo da APA e pelo zoneamento da conservação dos recursos hídricos e por suas águas abastecerem um manancial de abastecimento à população. A análise das características naturais, socioeconômicas demonstra a importância em conservar os seus recursos naturais.

O presente trabalho não teve como objetivo valorar o serviço ambiental e conhecer os produtores rurais da área da bacia, mas sim em apresentar e estudar uma proposta de gestão à conservação para a produção de água.

Dessa forma, para estipular o valor é necessário um critério técnico e a aceitação, adesão e participação dos produtores rurais, mediante a constituição dos produtores de água, por isso, além dos critérios que já foram atendidos pelo município, para uma possível seleção deste no Projeto Mina D'Água, é necessário o estabelecimento de uma lei municipal que autorize o Poder Público a realizar pagamentos a título de PSA (Pagamento por Serviços Ambientais).

Como proposta e sugestão para a gestão da bacia, utilizar-se-á os valores calculados no projeto "Mina D'água" do Estado de São Paulo.

Sendo assim, na Figura 12 é identificada as nascentes da bacia e calculada, por meio do Código Florestal a área total de APP a ser conservada, em um raio de 50 metro de APP.

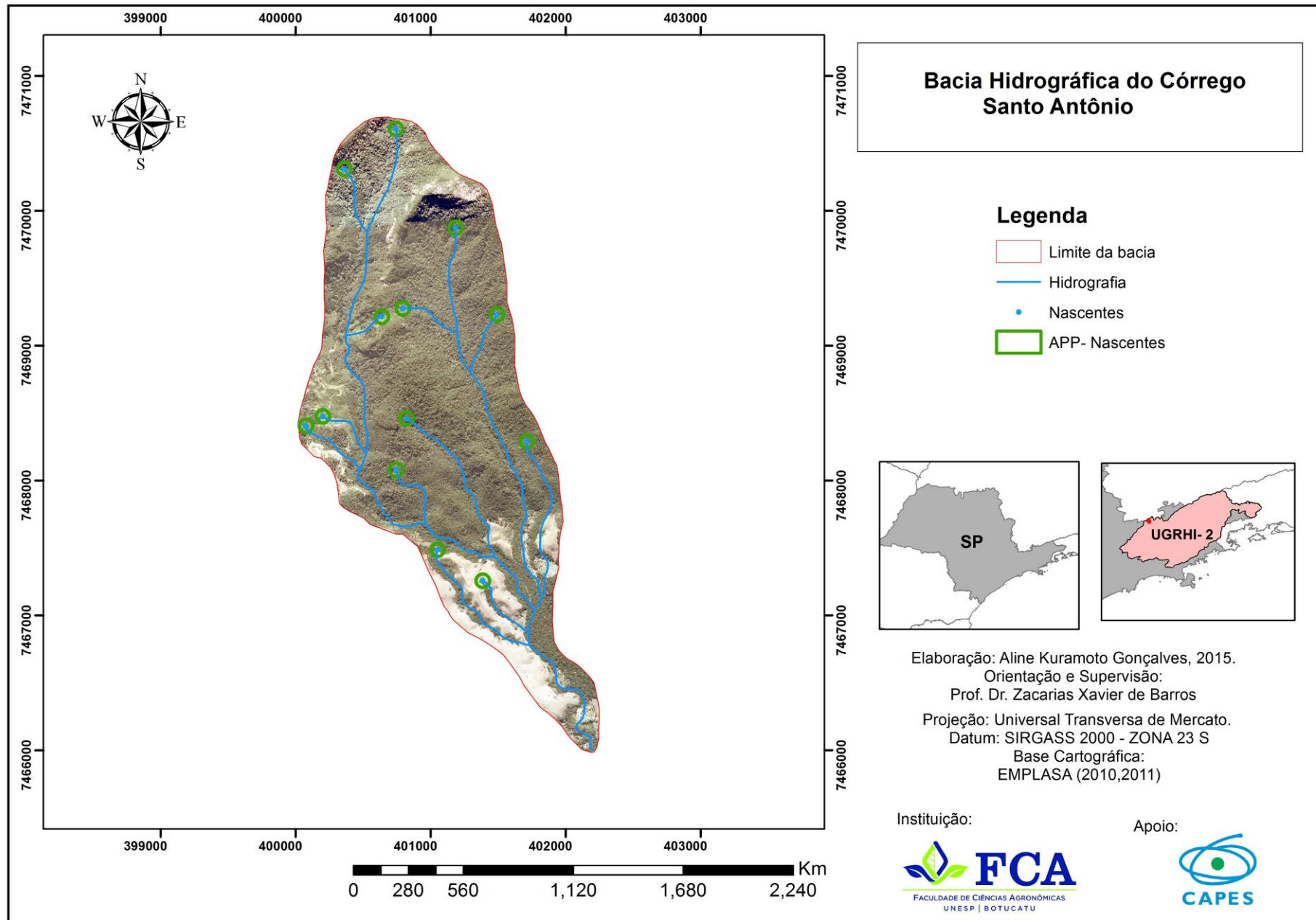


Figura 12. Mapa da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio.

As Tabelas (Tabelas 6, 7 e 8) apresentam os critérios dos valores pagos aos produtores que estão interessados em recuperar a vegetação nativa das APP das nascentes, e tem como intuito incentivar os proprietários de terras a regularizar ambientalmente a sua propriedade, cumprindo assim as exigências da Lei 4.771/65.

O pagamento por meio da metodologia do projeto com relação aos valores aos provedores dos serviços ambientais segue a seguinte fórmula “*Valor do pagamento = V Ref x (F Prot + F Imp) x 0,2*”.

De forma que no cálculo o V Ref (Valor de referência) é definido com base no custo de oportunidade, que varia regionalmente; o F Prot (Fator de Proteção da nascente) está relacionado ao esforço do proprietário para a geração do serviço ambiental e tem variação de um a quatro (representa 40% do peso); e, o F Imp (Fator de Importância), está relacionado ao impacto da ação sobre a proteção do serviço ambiental e varia de 1,5 a 6 (representa 60% do peso), de forma que, a pontuação do F Imp é obtida pela soma de três subfatores (uso, vazão e localização).

Tabela 6. Cálculo do Fator de Proteção da Nascente
O fator de Proteção da Nascente: varia de 1 a 4 (Tabela 6):

Nascentes protegida Vegetação em estágio inicial de regeneração	Nascente protegida vegetação em estágio médio de regeneração ou plantio de mudas	Nascentes protegida Vegetação estágio avanzado
1	2	3

Fator de importância: varia de 1,5 a 6, sendo a pontuação obtida pela soma de três sub-fatores (Tabela 7):

Tabela 7. Sub- fator de uso

Abastecimento de Comunidade isolada	Abastecimento da sede Município	Abastecimento regional
0,5	1	2

Tabela 8. Sub-fator vazão

Pequena (especificar considerando vazões observadas na microbacia)	Média (especificar considerando vazões observadas na microbacia)	Grande (especificar considerando vazões observadas na microbacia)
0,5	1	2

Tabela 9. Sub-fator localização

Jusante da capacitação	Montante da captação (influência indireta)	Montante da captação (influência direta)
0,5	1	2

Logo, os critérios que irão definir a pontuação correspondente ao F Imp (Fator de Importância) são relacionados ao processo de impacto sofrido na nascente, porém quanto maior o estágio de proteção da nascente, esta fica favorecida em uma maior produção de água e também do valor a ser recebido ao proprietário, no caso o produtor de água.

No que tange a metodologia do PSA do projeto importante ressaltar que para o cálculo da remuneração:

No projeto estadual é utilizada uma metodologia única para todas as aplicações, resultante do cálculo de custo de oportunidade médio das principais atividades agropecuárias para todo o estado, por onde se estabelece um valor constante, aproximadamente de entre R\$ 75 e R\$ 300/nascente calculados considerando situação e importância da nascente (SMA, 2010).

Outro grande desafio proposto é trabalhar e incentivar a disponibilidade e a decisão de cada um desses proprietários rurais em se tornarem produtores de água, considerando que a adesão ao Projeto Mina D' Água é voluntária.

6.7. Considerações finais

A bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio apresenta particularidades diante do planejamento e gestão dos recursos hídricos em seu território. Nesta bacia, os seus elementos físicos apresentaram-se bem conservados diante da importância da APA, estabelecendo uma intervenção menor de uso e ocupação da terra que envolve também outros aspectos como: a presença de um zoneamento, plano de manejo, a utilização das suas águas para o abastecimento público e a morfologia que definiram e condicionaram a forma de uso e ocupação da terra ao longo do tempo.

Ao longo da pesquisa, na bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio compreendeu-se sua importância para caracterizar e entender a relação ao uso e ocupação terra, com relação a preservação e conservação dos seus recursos naturais.

A existência e o cumprimento de legislações ambientais, principalmente, o Código Florestal são extremamente importante para garantir a proteção da vegetação nativa ao longo dos cursos d'água e nascentes, entretanto, apenas a legislação não é suficiente. Desta forma, são cada vez mais presentes novos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, como o pagamento por serviços ambientais. Esta modalidade é capaz de motivar proprietários rurais a tomarem consciência e importância dos recursos naturais, podendo garantir benefícios em diversos âmbitos.

As características morfométricas da área de estudo foram analisadas, verificou-se que a bacia possui uma forma alongada, favorecendo o escoamento superficial de maior velocidade, maior energia erosiva e baixa propensão a ocorrência de inundações devido a um baixo grau de desenvolvimento da rede de drenagem. Assim, o conhecimento dos parâmetros e sua análise são possíveis adequar e adotar técnicas de manejo adequadas, buscando os melhores resultados para a conservação dos recursos naturais, principalmente a água em qualidade e quantidade.

Nesta perspectiva, destaca-se também ferramentas como geoprocessamento, sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica em que auxiliaram na escala do mapeamento em favorecimento ao processo do melhor planejamento e subsidiando uma análise completa da área da bacia hidrográfica. Nesse sentido, a utilização dessas ferramentas tem um papel essencial na identificação da área em estudo, de forma a ampliar a percepção e enquadramento das formas da paisagem natural. E é cada vez maior a demanda por tecnologias que permite manusear um grande volume de

informações sobre o meio para assim, estabelecer futuras estratégias de gestão e planejamento e, facilitar a tomada de decisão.

8. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

Ao avaliar as características da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio e seus parâmetros morfométricos obteve-se por meio do mapeamento, seus indicadores de suas características físicas e de drenagem.

A utilização da ortofoto referente ao ano de 2011, contribuiu para identificação e análise do uso e ocupação da terra bem como os conflitos em APP, levando em consideração a legislação ambiental.

Os usos da terra foram classificadas em 6 classes de uso, sendo: área urbanizada (1,70 ha), sedes rurais (2,80 ha), estrada rural (3,20 ha), áreas agrícolas (3 ha), pastagem (40 ha) e área de vegetação natural (470 ha).

Evidenciou por meio do conflito na Área de preservação permanente (101,76 ha) a presença da pastagem (4,4 ha) foram em maior área de conflito, e assim as APP não estão totalmente preservadas conforme a legislação vigente, de forma o conflito total representa 8,1 ha a serem recompostos e conservados futuramente.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Programa Produtor de Água**: Manual Operativo. Brasília, DF: ANA; SUM. 67, 2009.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga – PR. In: **Caminhos de Geografia**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2007, vol. 8, n.º 21, jun., p. 46-58.

BATISTELA, M. et.al. **Geoinformação e Monitoriamento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Editora Senac, 2006.

BARBOSA, Y. B.; CARVALHO, S. M. Análise morfométrica da Bacia do Arroio do Padre, Ponta Grossa – PR. In: **Caminhos de Geografia**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2009, vol. 10, n.º 30, mar., p. 160-173.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL. Lei n.º 12.727, de 17 de outubro de 2012. Alterada a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; alterada as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei n.º 6.051, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial**, Brasília, DF., de 18 out. 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: 15 jun. 2015.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 de maio de 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 15 jun. 2015.

BRASIL. Lei nº. 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 de março de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6902.htm>. Acesso em: 18 fev. 2015.

BRASIL. Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000. Dispõe sobre Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 4 maio 2015.

CÂMARA, G. Anatomia de sistema de informações geográfica: visão atual e perspectivas de evolução. In: ASSAD, E. ; SANO, E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 1993.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Rio Claro: Edgard. Blucher Ltda., 1999.

CEIVAP. COMITE DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes. **Relatório de diagnóstico**. Estado de São Paulo: CEIVAP, 2014.

CEPAGRI. Unicamp. **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura: Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_563.html>. Acesso em: dez. de 2015..

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In: **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1992, n.º 6, p. 45-60.

EMBRAPA. **Contribuição ao planejamento e gestão da APA municipal de Campinas, SP**. CAMPINAS: SP. 2000. Disponível em: < <http://www.apacampinas.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 2 ago. 2014.

FEMPAR. Fundação Escola do Ministério Público do Estado do Paraná. Código Florestal: Um debate sobre o futuro ambiental do Brasil. **REVISTA DIREITO DOS HUMANOS**. Publicação: FEMPAR. 1º Edição, Junho/2010.

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

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de texto, 2011. 47p.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1968.

GARCIA, Y. M. **Conflitos de uso do solo em APPs na bacia hidrográfica do Córrego Barra Seca (Pederneiras/SP) em função da legislação ambiental**. Dissertação. (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

GARCIA, Y. M. **Aplicação do Código Florestal como Subsídio para o Planejamento Ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego do Palmitalzinho - Regente Feijó - SP**. 2011. Trabalho de conclusão (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2011.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico** – 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GONÇALVES, A. K. **Pagamento por serviços ambientais como instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos: o projeto mina d'água na bacia do córrego do palmitalzinho- São Paulo- Brasil**.2013.144f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of American Bulletin**, New York, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo 2010**. São Francisco Xavier, 2010. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/censo2010/dados_divulgados/index.php?uf=35> Acesso em: mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica: Monteiro Lobato SF-23-Y-B-V-3** Serviço gráfico do IBGE, 1973. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

JARDIM, M. H. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Gestão de Recursos Hídricos: O Caso do Município de Extrema – MG**. (Dissertação de Mestrado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2010.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N (coord.)...[et al.]. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

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

LEAL, A.C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação do solo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. ESALQ/USP: Piracicaba, 2.ed. 2008, 245p.

LOCH, C. **Noções básicas para a interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis: ed. UFSC, 1993.

MEDEIROS, J. S. **Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente no distrito de São Francisco Xavier- Subsídios ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, 148p. (Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional)- Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento., 2005.

MORELLI, A.F. **Identificação e Transformação das Unidades da Paisagem no Município de São José Dos Campos (SP) de 1500 a 2000. Rio Claro, 2002**. 404 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 2002. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 2.ed. Belo Horizonte: ed. da autora, 2005.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em : < <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas>> . Acesso em : agosto de 2015.

NARDINI, R.C.et al. Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de um microbacia hidrográfica. **Irriga**, Botucatu, v.18, n. 4, p. 687- 699.2013.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2010.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: EMBRAPA, 1999.

PACKER, L. A. Novo código florestal e pagamento por serviços ambientais: regime proprietário sobre os bens comuns. Curitiba: Juruá, 2015.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu – SP**. Botucatu, 108 p.(Tese Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2002.

REVISTA DIREITO DOS HUMANOS. **Código Florestal: um debate sobre o futuro ambiental do Brasil**. Publicações: Fundação Escola do Ministério Público do Estado do Paraná (FEMPAR). 1. Ed. Junho, 2010.

RODRIGUES, V. A.; et. al. Análise morfométrica da microbacia do Ribeirão das araras-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 21, n. 1, p. 25- 37, 2013.

RODRÍGUEZ, J.M.; SILVA, E.V.; LEAL, A.C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E.V. ; RODÍGUEZ, J. M.; MEIRELES, A. J. A. (org). Planejamento ambiental e bacias hidrográficas. Fortaleza: ed. UFC,2011.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Org.). **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas**. Fortaleza: ed UFSC, 2011.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: UFC, 2011.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo. 1997. Escala 1:500.000.

SANTOS, E. P. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão do Rebojo entre 1971/1972 e 2007/2008. UGRHI Pontal do Paranapanema – SP.** Presidente Prudente. (Mestrado em Geografia)- Faculdade de Ciências e Tecnologia Campus Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2013.

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

SÃO PAULO. Conselho Estadual do Meio Ambiente-CONSEMA, no exercício de sua competência legal, em especial da atribuição que lhe confere o inciso IV do artigo 2º da Lei nº 13.507, de 23 de abril de 2009, avaliou e aprovou a proposta apresentada pela Secretaria do Meio Ambiente para a instituição da Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, conforme minuta de anteprojeto de lei abaixo anexada, ressaltando-se que também será ouvido o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, antes de ela ser encaminhada para apreciação da Administração Superior do Estado e posteriormente submetida à Assembléia Legislativa. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 22 de setembro de 2009.

SÃO PAULO. DECRETO nº 11.262, de 08 de novembro de 2002. Declara Áreas de Proteção Ambiental o trecho da Serra da Mantiqueira e as áreas urbanas no Município de São José dos Campos. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 09 de novembro de 2002.

SÃO PAULO. Define as diretrizes para a execução do Projeto Mina D'água - Projeto de Pagamento por Serviços Ambientais, na modalidade proteção de nascentes, no âmbito do Programa de Remanescentes Florestais, e revoga a Resolução SMA nº 61, de 24 de junho de 2010. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 de dezembro de 2012.

SIQUEIRA, H. E.; TIBERY, L. R.; GUIDOLINI, J. F.; VALLE JUNIOR, R. F.; RODRIGUES, V. A. **Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do Rio Veríssimo, Veríssimo - MG.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2236-2248, 2012.

SM/SJC. Secretaria Municipal de São José dos Campos. 2014. Disponível em: <<http://www.sjc.sp.gov.br/>>. Acesso em: 2 ago. 2014.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, v. 248, n. 9, p. 655-668, 1950.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, Washington, DC, v. 38, n. 6, p. 913-20, 1957.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Pesquisa de campo em Geografia.** In: IV Encontro Estadual de Geografia de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005.

TAGLIARINI, F. S. N.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, S. Geoprocessamento de variáveis morfométricas para caracterização da microbacia córrego do Petiço. In: **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 10, n. 2, p. 117- 132, 2014.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas**. Guanhães, MG (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, RS: Editora da Universidade, 2001.

TUNDISI, J. G. **Água do século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2011.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WUNDER, S. et. al. **Pagamento por serviços ambientais: perspectivas para Amazônia legal**. Brasília, DF: Serie estudos, 10, 2007.

ZAKIA, M. J.; PINTO, L. F. G. Guia para a aplicação da nova lei florestal em propriedades rurais. Piracicaba, SP: IMAFLORA, 2013.

ZANATA, J. M. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão bonito, municípios de Avaré e Itatinga- SP**. Presidente Prudente. 122f. (Mestrado em Geografia)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014.