

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ - ESALQ/USP

BRUNO PADOVEZE DE CARVALHO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE –
COM ÊNFASE NA QUANTIFICAÇÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS**

Monografia elaborada como requisito para
conclusão do Curso de Especialização em
Gerenciamento Ambiental da Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz -
ESALQ/USP

Orientadora: Msc. Denise Dedini

Piracicaba - SP

2016

DEDICATÓRIA

*À minha noiva Thais pelo carinho, apoio,
inspiração e companheirismo.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelos exemplos morais, éticos e profissionais, e pela paciência.

À minha noiva Thais, pela tolerância, paciência, amor, carinho, e pela revisão final.

Ao Felipe Braulino pelas horas dispensadas para acompanhamento dos trabalhos em campo.

À Ayla pelo acompanhamento dos trabalhos em campo e pelo carinho incondicional.

Aos amigos Ana, Eduardo, Maurício e Rafael, pela união, companheirismo, risadas, e pelas experiências únicas.

A todos os colegas e professores da pós-graduação em Gerenciamento Ambiental pelo convívio e aprendizado.

À Denise Dedini, da Agência Ambiental de Limeira, pelas orientações, pronto auxílio e atenção.

À CETESB, pelo apoio financeiro e incentivo à capacitação do corpo funcional da Companhia.

*“Tentamos proteger a árvore, esquecidos de
que ela é que nos protege.”*

(Carlos Drummond de Andrade)

RESUMO

As águas superficiais como nascentes, cursos d'água, reservatórios naturais e artificiais constituem-se em importantes mananciais para o abastecimento de municípios, como é o caso da represa Areia Branca para o município de Santa Bárbara d'Oeste, interior do Estado de São Paulo. A disponibilidade de água está diretamente ligada às condições ambientais nas quais os mananciais se encontram. A presença de matas ciliares, especificamente das Áreas de Preservação Permanente instituídas por lei, interfere positivamente na quantidade e qualidade da água, uma vez que, dentre inúmeros benefícios, auxiliam na regularização a vazão, na retenção de sedimentos e agroquímicos, auxiliam na conservação do solo e recarga do lençol freático; além de desempenharem papel fundamental na integração entre os ecossistemas aquático e terrestre. Com o desenvolvimento e crescimento das cidades houve consequente dispersão e aumento da agricultura e pecuária e, assim, a vegetação ciliar foi gradualmente substituída por áreas de monocultura ou pasto. Apesar de a legislação vigente estabelecer áreas mínimas de preservação às margens destes mananciais, muitas destas áreas foram ocupadas com outros usos e já não possuem qualquer remanescente florestal. O objetivo deste trabalho foi avaliar a situação de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente da Represa Areia Branca e seus contribuintes, e quantificar os fragmentos florestais remanescentes. Como resultado deste levantamento, verificou-se que de um total de 827,12ha de APP, 182,23ha (22,03%) estão ocupados por fragmentos florestais remanescentes isolados, e 147,54ha (17,84%) consistem em áreas alagadas sujeitas a inundação e/ou áreas superficiais de água, que devem ser preservadas. Das áreas restantes, 63,09ha (7,63%) encontram-se ocupados com monoculturas, 1,55ha (0,19%) encontram-se impermeabilizados por ocupações diversas, e 432,71ha (52,32%) estão ocupados com vegetação rasteira. Os dados apresentados neste trabalho podem ser compreendidos como base de planejamento para recuperação da vegetação destas áreas e adequação ambiental das propriedades envolvidas.

Palavras chaves: áreas protegidas, mata ciliar, Represa Areia Branca, manancial, recuperação florestal.

ABSTRACT

Surface waters such as springs, natural watercourses, natural and artificial reservoirs are important water sources to supply cities, such as Represa Areia Branca is to the city of Santa Barbara d'Oeste, in São Paulo State. Water availability is directly linked to the flowing environmental conditions. The presence of riparian forests, specifically protected areas established by law, positively interfere in the water quantity and quality among many benefits more, it helps flow regulation, retention of sediments and agrochemicals, it assists the soil conservation and groundwater recharge; as well as it plays a fundamental role for integration between aquatic and terrestrial ecosystems. The cities development and growth have had a consequent increase of agriculture and livestock and so the riparian vegetation has been gradually replaced by monocultures areas or pasture. Although the current legislation establishes compulsory conservation areas on the banks of these sources, many of these areas were occupied with other uses and no longer have any remaining forest. The objective of this study was to evaluate the land use and occupation in permanent preservation areas of Represa Areia Branca and its natural watercourses contributors, and also quantify the remaining forest fragments. As a result of this survey, it was found that from 827.12ha covered by PPA, 182.23ha (22.03%) are occupied by remaining forest fragments, 147.54ha (17.84%) is occupied by wetlands or water surfaces, that should be preserved. On the remaining areas, 63.09ha (7.63%) are occupied with monocultures, 1,55ha (0.19%) are waterproofed with several types of occupations, and 432,71ha (52.32%) with grass. The data presented here could be used as planning basis for forest recuperation in these areas and environmental suitability to all properties involved.

Key words: protect areas, riparian forest, remote sensing, Represa Areia Branca, water supply source, forest recuperation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faixa de APP para áreas rurais consolidadas	16
Tabela 2 – Endereços dos servidores Web Map Service (WMS)	31
Tabela 3 – Áreas dos usos e ocupações das APPs	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Represa Areia Branca	20
Figura 2 – Mapa Geológico da Bacia PCJ	21
Figura 3 – Mapa Geomorfológico da Bacia PCJ	22
Figura 4 – Mapa Pedológico da Bacia PCJ.....	26
Figura 5 – Classificação Climática de Köppen-Geiger do Estado de São Paulo	27
Figura 6 – Mapa de Biomas do Brasil	28
Figura 7 – Mapa Hidrográfico da sub-bacia da Represa Areia Branca.....	32
Figura 8 – Propriedades inscritas no SiCAR na região do manancial	34
Figura 9 – Delimitação das APPs	35
Figura 10 – Fragmento florestal remanescente em APP da Represa Areia Branca	36
Figura 11 – Mapa do Uso e Ocupação das APPs	38
Figura 12 – Ocupação de Fragmentos florestais e área alagada em APP	40
Figura 13 – Uso e ocupação de cana-de-açúcar e vegetação rasteira em APP.....	41
Figura 14 – Ocupação com fragmentos florestais remanescentes em APP	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
APRM	Área de Proteção e Recuperação de Mananciais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAE	Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara d'Oeste
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
Cwa	<i>Humid Subtropical Climate</i> (Clima Subtropical Úmido)
IDEA	Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
INEA	Instituto Estadual do Ambiente do Estado de Rio de Janeiro
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo
SiCAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SMA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
UGHRI	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNESP	Universidade Estadual Paulista
WMS	<i>Web Map Service</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. MATAS CILIARES	13
2.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	14
2.3. ÁREAS RURAIS CONSOLIDADAS EM APP	15
2.4. PLANEJAMENTO DE RECUPERAÇÃO FLORESTAL / RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	17
2.5. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	19
3.1.1. Características socioeconômicas.....	21
3.1.2. Geologia.....	21
3.1.3. Geomorfologia	23
3.1.4. Pedologia.....	25
3.1.5. Clima.....	27
3.1.6. Biomas e tipos de vegetação	27
3.1.7. Fauna.....	29
3.2. SOFTWARE DE GEOPROCESSAMENTO	30
3.3. IMAGENS DE SATÉLITE E CARTAS TOPOGRÁFICAS	30
3.4. DELIMITAÇÃO DA SUB-BACIA DA REPRESA AREIA BRANCA	30
3.5. DIGITALIZAÇÃO DOS AFLUENTES DA REPRESA AREIA BRANCA	31
3.6. DELIMITAÇÃO DAS APP DE NASCENTES, CURSOS D'ÁGUA, E RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS	33
3.7. LEVANTAMENTOS REALIZADOS EM CAMPO	36
3.8. DEFINIÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DAS APP	36
3.9. QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS	37
4. RESULTADOS	39
5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES	44
6. BIBLIOGRAFIA.....	46

1. INTRODUÇÃO

Os mananciais são fontes de água para abastecimento e consumo da população, da indústria e agricultura. Segundo a Lei Estadual nº 9.866, de 28 de novembro de 1997, a qual dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo, consideram-se mananciais todo corpo de água subterrâneo, superficial, fluente, emergente ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público.

Não há possibilidade de haver desenvolvimento harmônico sem a recuperação e manutenção da qualidade da água do abastecimento público, pois a disponibilidade desse recurso é um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento. Portanto, quando definimos uma determinada bacia como manancial de abastecimento, enfatizamos que todos os demais usos também devem ser definidos de forma a garantir a qualidade e disponibilidade para o abastecimento prioritário.

As matas ciliares, ou matas ripárias, consistem nas vegetações que ocorrem às margens de cursos d'água. Apresentam características peculiares dentre as quais destacam-se: tolerância a inundações periódicas e capacidade de adaptação em terrenos com alto grau de declividade. São, também, extremamente importantes na manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois interferem positivamente no abastecimento de lençóis freáticos e na qualidade da água (LIMA & ZAKIA, 2009; AB'SABER, 2004).

Apesar de protegidas pela legislação, por meio da constituição das Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 1965), as matas ripárias encontram-se devastadas no Brasil, principalmente devido ao processo de urbanização desenfreada e de intensas práticas agrícolas (MARTINS, 2001). Tais eventos causam danos, não só ambientais e ecológicos, como também econômicos, dado que os recursos hídricos, além do abastecimento de água, são utilizados na geração de energia elétrica (SALVADOR, 1986).

A Represa Areia Branca, inaugurada em janeiro de 1997, é um reservatório artificial decorrente de barramento e represamento de cursos d'água naturais do Município de Santa Bárbara d'Oeste, e compõe o abastecimento público da cidade. Logo, é de extrema importância a preservação e recuperação das matas ciliares na Áreas de Preservação Permanente no entorno do reservatório, bem como das nascentes e cursos d'água a montante.

No ano de 2014, a seca intensa causou uma diminuição significativa dos recursos hídricos, sendo que as bacias de contribuição dos principais reservatórios de abastecimento na Região Sudeste não receberam o volume de água esperado, constando-se com vazões

dos afluentes inferiores à média histórica, o que levou grande parte da Região Metropolitana de São Paulo a enfrentar dificuldades no abastecimento público (MARENGO et al, 2015).

A crise hídrica também afetou os Municípios que dependiam de reservatórios, como é o caso de Santa Bárbara d'Oeste, que em novembro de 2014 passou a adotar o sistema de rodízio no abastecimento, o qual compreendeu numa manobra de redução de vazão da água na rede em horários específicos, diante do quadro de baixa recuperação dos mananciais da cidade (DAE, 2014).

A utilização de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento permite uma análise do uso e ocupação do solo atual em uma determinada região, possibilitando o monitoramento de áreas legalmente protegidas, como as Áreas de Preservação Permanente, e o planejamento adequado de ações de recuperação.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente da Represa Areia Branca e todos os corpos hídricos incidentes nesta sub-bacia a fim de verificar a quantidade de matas ciliares ou fragmentos florestais ainda existentes na região. Sua escolha justifica-se por ser o principal e maior manancial utilizado para abastecimento público pelo município de Santa Bárbara d'Oeste, possui uma grande quantidade de nascentes e respectivos cursos d'águas, e conseqüentemente, áreas legalmente protegidas, e grande parte das Áreas de Preservação Permanente não estão preservadas e possuem poucos fragmentos florestais.

Tendo em vista que a disponibilidade de água está diretamente ligada ao uso e ocupação adequados das APPs e da presença de matas ciliares às margens dos mananciais, o presente trabalho poderá ser utilizado como base para o planejamento de futuras ações de recuperação da vegetação e adequação ambiental na sub-bacia contribuinte da Represa Areia Branca.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Matas Ciliares

LIMA & ZAKIA (2009) destacam:

“Tem sido demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para com o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano (Elmore & Beschta, 1987). Esta verificação permite, talvez, concluir a respeito do reverso. Ou seja, a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazos, pela degradação da zona ripária, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia, e consequentemente a vazão na estação seca. (LIMA; ZAKIA, 2009, p. 37).”

Como a taxa de infiltração em solo florestal pode ser de 10 a 15 vezes maior, quando comparada aos solos com pastagem, e 40 vezes maior que em solos expostos, a floresta ou qualquer outra vegetação ciliar, em conjunto com a serapilheira, diminui a turbidez da água e o assoreamento do corpo d'água e nascente ao reter e diminuir o fluxo superficial de água. (DAVIDE et al. 2000).

As matas ciliares possuem diversas funções: alimentar e servir de abrigo e maternidade para a fauna terrestre e aquática; conter a erosão e assoreamento dos corpos d'água; servir de corredores de fauna e troca gênica; armazenar água e colaborar com a recarga dos mananciais; preservar a umidade e garantir o ciclo hídrico; filtrar e reduzir o impacto das enxurradas; realizar a fotossíntese, e a absorção do CO₂; conter os resíduos de agrotóxicos oriundos das atividades agropastoril; manter o equilíbrio climático; amenizar o aquecimento global, entre outras (PETERS, 2014).

De acordo com INEA (2016), também são funções das matas ciliares: a proteção e suporte das margens, contenção de sedimentos oriundos de processos erosivos de solos vulneráveis pela retirada da cobertura vegetal da bacia hidrográfica, que são carreados aos corpos hídricos pelas águas pluviais; papel fundamental na integração dos ecossistemas aquáticos e terrestres como parte da ciclagem de nutrientes (ciclos biogeoquímicos) contribuindo de forma significativa com a salubridade do corpo hídrico; entre outras funções.

ARCOVA & CICCO (1999) realizaram avaliações dos fatores que influenciam a qualidade da água de duas microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica e de duas microbacias onde predominam atividades de agricultura e pecuária extensiva, na região de Cunha, a leste do Estado de São Paulo. As microbacias com agricultura apresentaram valores

de temperatura, turbidez e cor aparente da água superiores aos registrados nas microbacias florestadas.

Segundo Ivo Karmann (apud TEIXEIRA, 2009), a vegetação favorece a infiltração de água por suas raízes, que abrem caminho descendente no solo; neste ciclo, outra relevante função da vegetação é o retardamento de parte da água que atinge o solo, por meio da interceptação, pois o conjunto de plantas intercepta o excesso de água e o libera lentamente para a superfície do solo, por gotejamento. A infiltração é responsável pela recarga das reservas de água, principalmente subterrânea, dos aquíferos, assim como pela hidratação do solo, responsável pelo sustento da vegetação e das atividades biológicas, ou seja, exerce um papel fundamental para a manutenção e preservação dos ecossistemas terrestres.

2.2. Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente - APP foram instituídas por lei, como forma de mitigar os impactos ocasionados pela ação natural e antrópica ao meio ambiente, sendo assim, vital para manutenção e preservação das margens de rios, reservatórios, lagos e nascentes, atuando na diminuição e filtragem do escoamento superficial e do carreamento de sedimento para os cursos d'água.

Para Machado (2004) as APPs estão ligadas diretamente às funções ambientais, através do fornecimento recursos e serviços ambientais para toda população. Estes recursos e serviços estão relacionados à regularização da vazão, retenção de sedimentos, conservação do solo, infiltração e armazenamento de água, ecoturismo, biodiversidade, e outros infinitos benefícios.

Borges (2011); Silva et. al. (2012); Skorupa (2003) e Tundisi e Tundisi (2010), entre outras funções, destacam importâncias físicas e ecológicas como:

I) Em encostas acentuadas, a vegetação promove a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, com as estradas e os cursos d'água;

II) Evitar ou estabilizar os processos erosivos;

III) Nas áreas das nascentes, a vegetação atuando como um amortecedor das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a sua compactação. Permite, pois, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos; que por sua vez, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água, poluindo-os e assoreando-os;

IV) Nas margens de cursos d'água ou reservatórios, garantindo a estabilização de suas margens evitando que o seu solo seja levado diretamente para o leito dos cursos; atuando como um filtro ou como um "sistema tampão";

V) No controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regulando o fluxo de água, e assim do lençol freático.”

De acordo com o artigo 4º da Lei Federal nº 12.651 (BRASIL, 2012), os cursos d'água com menos de 10m de largura, possuem faixa mínima de 30m de APP, delimitada a partir da borda da calha do leito regular. As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, possuem um raio mínimo de 50m de APP.

Quando se trata de nascentes intermitentes, ou seja, aquelas que apresentam fluxo de água apenas durante a estação das chuvas, mas secam durante a estação seca do ano, não existe faixa de APP prevista na legislação ambiental, no entanto, há que considerar a faixa de APP do curso d'água decorrente da nascente, que de acordo com a Lei Federal também é de 30m.

No caso de reservatórios artificiais de água destinados ao abastecimento público que foram registrados ou tiveram seus contratos de concessão ou autorização assinados anteriormente à Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, de acordo com o artigo 62, a faixa da APP será a distância entre o nível máximo operativo normal e a cota *máxima maximorum*.

Para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, superior a 1 (um) ha e até 20ha de superfície e localizados em área rural, a Lei Federal nº 12651/12 não estabelece faixa mínima de APP, uma vez que o § 2º do inciso XI do artigo 4º foi revogado, redação dada pela Lei nº 12.727/2012, no entanto, no silêncio na Lei, prevalece o disposto na Resolução CONAMA nº 302/2012, inciso III do Artigo 3º, ou seja, 15m, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20ha de superfície e localizados em área rural.

Nas acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 (um) ha, de acordo com o § 4º do inciso XI do Artigo 4º da Lei Federal nº 12.651/12, fica dispensada a reserva de proteção, ou seja, não há faixa de Área de Preservação Permanente estabelecida.

2.3. Áreas rurais consolidadas em APP

De acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, área rural consolidada se trata de área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris (que integrem as lavouras, com pastagens e florestas, para animais), admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

Exclusivamente para áreas rurais, é autorizada a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, nas Áreas de Preservação Permanente.

A Legislação estabelece faixas de APPs específicas quando tratar-se de áreas consolidadas preexistentes, como demonstrado na tabela 1, e exige dos proprietários a sua recomposição dependendo da quantidade de módulos fiscais, os quais variam para cada Município conforme Instrução Especial/INCRA/Nº 20 de 28 de maio de 1980.

Tabela 1 – Faixa de APP para áreas rurais consolidadas

Nº MÓDULOS FISCAIS	TIPO	LARGURA (m)	FAIXA DE RECOMPOSIÇÃO MÍNIMA (m)
Até 1	<i>Curso d'água</i>	<i>Indiferente</i>	5
Entre 1 e 2	<i>Curso d'água</i>	<i>Indiferente</i>	8
Entre 2 e 4	<i>Curso d'água</i>	<i>Indiferente</i>	15
Entre 4 e 10	<i>Curso d'água</i>	<i>Até 10 m</i>	20
Superior a 4	<i>Curso d'água</i>	<i>Superior a 10 m</i>	<i>Metade da largura do curso d'água, respeitando os limites entre 30 e 100 m</i>
Até 1	<i>Nascente e olho d'água perene</i>	-	5 (raio)
Entre 1 e 2	<i>Nascente e olho d'água perene</i>	-	8 (raio)
Superior a 2	<i>Nascente e olho d'água perene</i>	-	15 (raio)
Até 1	<i>Lagos e lagoas naturais</i>	-	5
Entre 1 e 2	<i>Lagos e lagoas naturais</i>	-	8
Entre 2 e 4	<i>Lagos e lagoas naturais</i>	-	15
Superior a 4	<i>Lagos e lagoas naturais</i>	-	30

2.4. Planejamento de recuperação florestal / restauração ecológica

A fim de que seja iniciado o processo de elaboração do planejamento da recuperação florestal ou restauração ecológica de qualquer área é importante conhecer, além das dimensões, o tipo de cobertura vegetal existente que permitam identificar quais as melhores técnicas a serem utilizadas e quais áreas deverão ser submetidas à recuperação.

Segundo ISERNHAGEN I. et al (2009), é essencial unir o conhecimento da área de estudo com o conhecimento técnico durante o processo decisório na adoção da melhor estratégia de restauração florestal, através da realização de zoneamento ambiental.

Usualmente, é iniciado através da análise de imagens aéreas ou de satélite do local com escala que permita a realização da fotointerpretação, com a utilização de softwares que permitam a elaboração de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), onde se gera um banco de dados com as classes de uso das áreas avaliadas.

Posteriormente é realizada a checagem em campo para confirmar as situações identificadas na etapa de fotointerpretação, para que seja elaborado o mapa de adequação ambiental, com base nas informações e os detalhamentos obtidos nas etapas anteriores. A partir deste levantamento, é possível definir as áreas prioritárias para recuperação ou restauração.

2.5. Sensoriamento remoto e geoprocessamento no diagnóstico ambiental

A necessidade de novas tecnologias para estudos e monitoramento ambientais contribuiu para o surgimento do sensoriamento remoto, cujo emprego tem aumentado significativamente. Técnicas modernas de obtenção de imagens associadas aos novos SIGs facilitam a obtenção de dados, muitas vezes impossíveis de serem obtidos sem a utilização dessa ferramenta (FLORENZANO, 2002), como por exemplo, as áreas de difícil acesso terrestre.

Para definir uma estratégia de conservação ambiental é preciso realizar uma série de ações que resultem na conservação, manejo e restauração ambiental, principalmente das Áreas de Preservação Permanente. Tais ações culminam num diagnóstico ambiental, que possibilita diagnosticar, mapear e quantificar os tipos de uso e ocupação do solo, analisando a conformidade com a legislação ambiental (CALMON; CASTRO, 2009).

Uma das formas de se obter informações sobre o uso e ocupação do solo é por meio de mapeamento com sensores aerotransportados e orbitais, que resultam nas imagens aéreas e imagens de satélite (INPE, 2009). Assim, a fotointerpretação, que consiste na utilização de técnicas de análise de imagens por meio da diferenciação de cores, texturas e

rugosidades, permite a obtenção de informações significativas e confiáveis para a geração de um banco de dados. (VETTORAZZI, 1996; ROSA, 2005).

Essas ações são realizadas a partir de softwares que permitam a construção de um SIG. Para tanto, tem-se nos Sistemas de Informação Geográfica uma importante ferramenta, que possibilitam o processamento dessas informações multidisciplinares de forma integrada, além de permitir o relacionamento dos dados sua representação espaço-temporal (CÂMARA & DAVIS, 2001; ROSA, 2005).

Os SIGs são ferramentas fundamentais do ponto de vista do planejamento, pois permitem uma visão inédita do trabalho, onde todas as informações disponíveis sobre objeto de análise estão inter-relacionadas. Essa inter-relação tem-se como base em algo que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica, facilitando assim a compreensão de padrões e processos no espaço.

Os SIGs têm sido muito utilizados em estudos de monitoramento ambiental, permitindo, por exemplo, sobrepor informações de uma carta topográfica com as obtidas de uma imagem de satélite e gerar novas informações (CENTENO, 2003; MOREIRA, 2003).

A fotointerpretação visual de imagens baseia-se o processo de análise pela detecção, identificação e classificação das áreas de interesse. Assim, podem ser previamente visualizadas nas imagens aéreas, as situações que serão constatadas em campo, como vegetação nativa, edificações, pastos, culturas, áreas abandonadas, etc. Nesse momento é importante realizar uma classificação supervisionada dos alvos para confecção do mapa final.

Dos elementos básicos se extrai, informações de objetos, áreas ou fenômenos considerando a cor/tonalidade, textura, tamanho, forma sombra, altura padrão e localização. O trabalho de campo é substancial ao estudo e mapeamento do ambiente por meio de imagens de sensores remotos. Por meio dele, o resultado da interpretação torna-se mais confiável (XAVIER-DA-SILVA, 2001; FLORENZANO, 2002).

O zoneamento ou diagnóstico ambiental, etapa posterior à checagem de campo pode ser considerado um procedimento necessário para nortear ações de preservação, manejo e restauração florestal dentro de cada uma das áreas identificadas como potenciais a recuperação. Assim, o diagnóstico ambiental permite o conhecimento da realidade dos impactos antrópicos da região, promovendo-se a integração das análises ambientais, políticas e econômicas que compõe um plano de gerenciamento em uma bacia hidrográfica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção deste trabalho foram utilizados consulta bibliográfica para caracterização da área de estudo e software de geoprocessamento de imagens, imagens de satélites e cartas topográficas, apresentados a seguir.

3.1. Área de Estudo

A área de estudo é o manancial da Represa Areia Branca, objeto de estudo deste trabalho, está localizada na sub-bacia do Ribeirão dos Toledos, no Município de Santa Bárbara d'Oeste, com partes menores incidentes nos Municípios de Monte Mor e Sumaré, entre as coordenadas geográficas lat. 22°50'5,54"S e long. 47°23'46,72"O, e lat. 22°55'12,57"S e long. 47°22'46,16"O, sendo que seu canal principal desagua no Rio Piracicaba, inserido na bacia hidrográfica do Piracicaba/Capivari/Jundiaí - PCJ, definida como Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 5, conforme figura 1.

A Represa Areia Branca é constituída pelo represamento das águas do Ribeirão dos Toledos e outros afluentes. Juntamente com a represa de Cillo e São Luiz, esta represa, com capacidade volumétrica de água bruta de 5.030.709,94 m³ e área superficial de 184,12 (ha), forma o sistema de reservatórios para abastecimento de água do Município de Santa Bárbara d'Oeste, constituindo a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais - APRM do município, instituída pela Lei Municipal nº 2.717/2002.

O Departamento de Água e Esgoto - DAE de Santa Bárbara d'Oeste é o responsável pela operação e manutenção do reservatório, bem como pela gestão das áreas no entorno, com exceção das áreas rurais particulares incidentes na área do manancial.

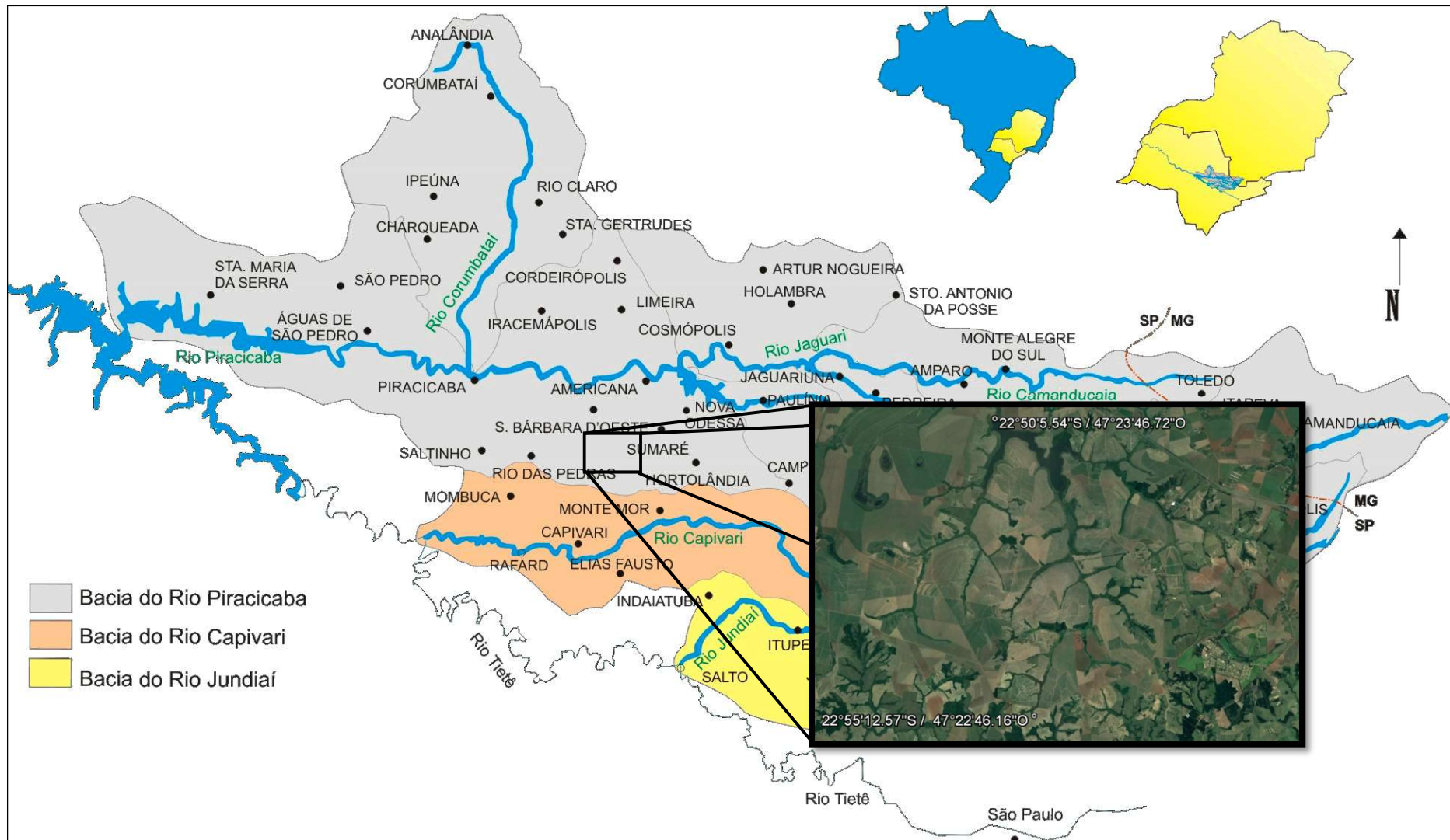


Figura 1 - Localização da Represa Areia Branca

3.1.1. Características socioeconômicas

Santa Bárbara d'Oeste, município abastecido pelo manancial, encontra-se na Região Metropolitana de Campinas (RMC), localizada mais especificamente na Região Ecológica Central do Estado de São Paulo. A RMC foi criada pela Lei Complementar Estadual nº 870/2000, sendo uma das regiões metropolitanas mais dinâmicas no cenário econômico brasileiro, representando 1,8% do Produto Interno Bruto - PIB Nacional (IBGE 2014).

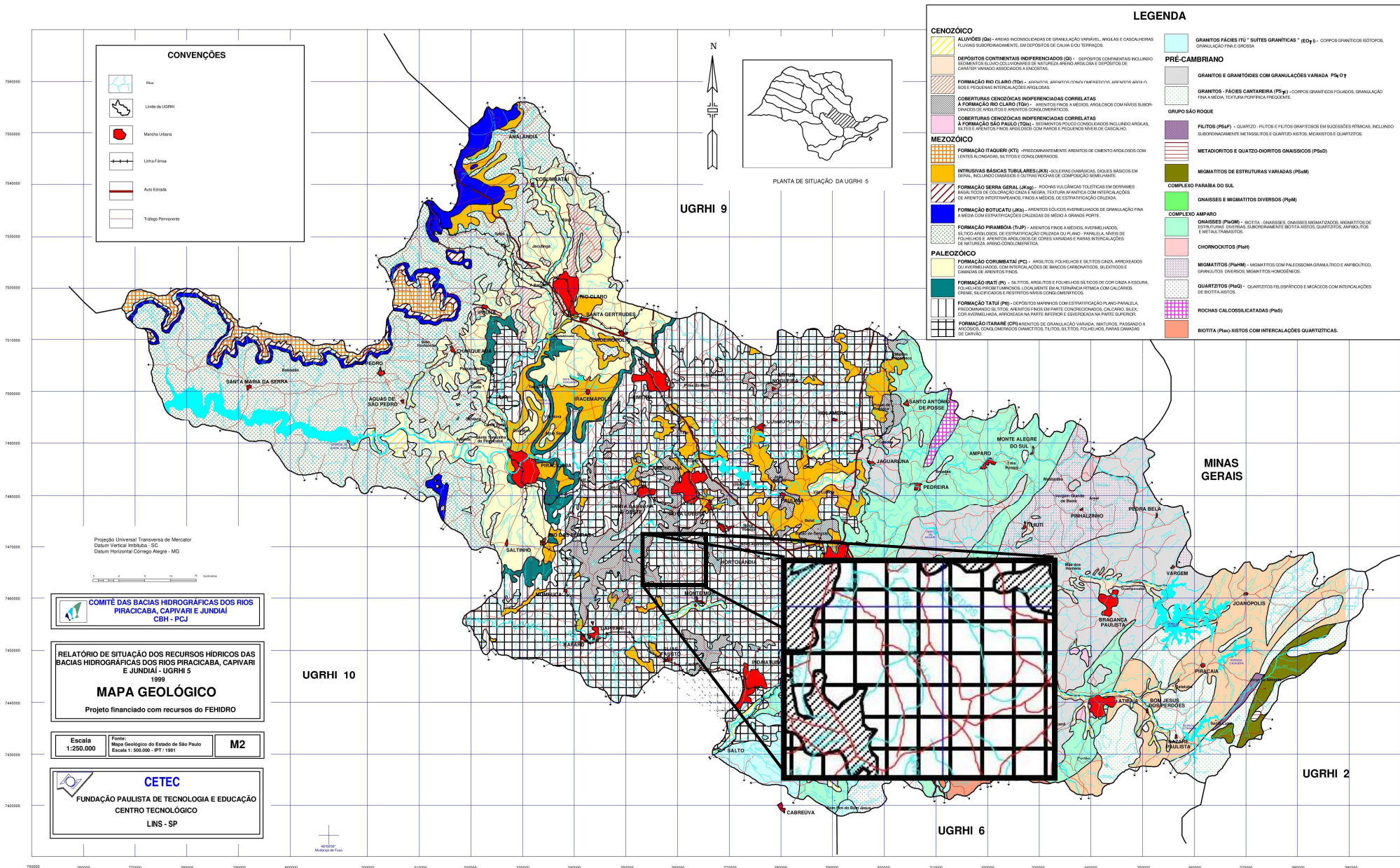
A população estimada de Santa Bárbara d'Oeste é de 190.139 habitantes, de acordo com números divulgados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2015, com área total de 271 km². O último censo foi realizado em 2010, e não se trata dados referentes à contagem populacional, são apenas estimativas, levando em conta os indicadores da própria localidade.

A economia do município encontra-se diversificada entre os setores: agricultura (0,5%), industrial (40%) e de serviços (59,5%) sendo que a renda média mensal dos trabalhadores com empregos formais foi de R\$ 1.917,42, e a participação no PIB do Estado 0,29% (SEADE, 2012).

3.1.2. Geologia

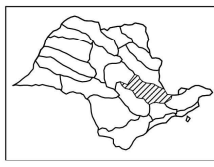
Na área do manancial encontram-se dois tipos de geologia, sendo eles, Cenozóico e Paleozóico, os quais são caracterizados, conforme figura 2, por:

- Cenozóico (TQir) – apresenta coberturas Cenozóicas Indiferenciadas Correlatas à Formação Rio Claro. Composto por arenitos finos a médios, argilosos com níveis subordinados de argilitos e arenitos conglomerados;
- Paleozóico (Pt) – formação Tatuí – formado por depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos; arenitos finos em parte concrecionados, calcários, sílex; cor vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na parte superior;
- Paleozóico (CPi) – formação Itararé – Formado por depósitos glaciais continentais, glacio marinhos, fluviais, deltaicos, lacustres e marinhos, compreendendo principalmente arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcósios; conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos, folhelhos, ritmitos; raras camadas de carvão.



CONVENÇÕES

- Área
- Limite da UGRHI
- Município Urbano
- Limite Fôssil
- Auto Estrada
- Troço Permanente



LEGENDA

CENOZOICO

- ALUVIÕES (Al) - AREAS INCONSOLIDADAS DE GRANULAÇÃO VARIÁVEL, ARGILAS E CASCALHEIRAS FLUVIAIS SUBORDINADAMENTE, EM DEPOSIÇOS DE CAIXA D'ÁGUA TEMPORÁRIA.
- DEPÓSITOS CONTINENTAIS INDEPENDENCIADOS (Ct) - DEPÓSITOS CONTINENTAIS INCLUINDO SECCIONIS DE CALICLO, COLUÇÕES DE AREIA, ARGILA, AREIA ARGILOSA E DEPÓSITOS DE CARBONÍTI VARIADOS ASSOCIADOS A ESCABRIZES.
- FORMAÇÃO RIO CLARO (RtCl) - ARENITOS, ARENITOS FOLIADOS, ARENITOS ARGILA, SILTES E ARGILAS ESTRATIFICADAS VARIADAS.
- COBERTURAS CENOZOICAS INDEPENDENCIADAS CORRELATAS A FORMAÇÃO RIO CLARO (RtCl) - ARENITOS FINOS A MÉDIOS, ARGILOSOS COM NÍVEIS SUBORDINADOS DE ARELITOS E ARENITOS CONDENSADOS.
- COBERTURAS CENOZOICAS INDEPENDENCIADAS CORRELATAS A FORMAÇÃO SÃO PAULO (RtSp) - SECCIONIS PRODUCIDAS EM ARGILAS INCLINADAS, ARGILAS, SILTES E ARGILAS FINOS ARGILOSOS COM FOLHOS E PEQUENOS NÍVEIS DE CASCALHO.

MEZOZOICO

- FORMAÇÃO ITAQUERI (It) - PRECIPUAMENTE ARENITOS DE CIMENTO ARGILOSOS COM LENTES ALONGADAS, SILTITOS E CONGLOMERADOS.
- INTRUSIVAS BÁSICAS TUBULARES (ItB) - SOLEIRAS DAMASCADAS, DÍQUES BÁSICOS EM SERRI, INCLINADOS E COTIVADOS DE COMPOSIÇÃO SUBVARIADA.
- FORMAÇÃO SERRA GERAL (Sg) - ROCHAS VULCÂNICAS TOLEIICAS EM DERIVADAS BASÁLTICAS DE COLOCAÇÃO CIZA E NEGRA, TEXTURA AFANÍTICA COM INTERCALAÇÕES DE ARENITOS INTERSTRATIFICADOS, FINOS A MÉDIOS, DE ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA.
- FORMAÇÃO BOTUCATU (Bt) - ARENITOS SÓLIDOS AVIRVELADOS DE GRANULAÇÃO FINA A MÉDIA COM ESTRATIFICAÇÕES CRUZADAS DE MÉDIO PORTE.
- FORMAÇÃO PIRAMBÓIA (Pir) - ARENITOS FINOS A MÉDIOS, AVIRVELADOS, SILTITO ARGILOSO, DE ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA OU PARALELA, RARAS DE FOLHOS E ARGILAS ARGILOSAS DE CORES VARIADAS E RARAS INTERCALAÇÕES DE SILTITOS ARGILOSOS CONDENSADOS.

PALEOZOICO

- FORMAÇÃO CORUMBATAI (Ct) - ARGILITOS, FOLHOS E SILTITOS CIZA, ARROZEADOS OU FOLHOSOS, COM INTERCALAÇÕES DE BANCOS CARBONÍFOS, SILTITOS E GAMAÇAS DE ARENITOS FINOS.
- FORMAÇÃO BRATI (Br) - SILTITOS, ARGILITOS E FOLHOS SILTITOS DE CIZA CIZA A ESCURA, FOLHOSOS, INTERSTRATIFICADOS, LOCALMENTE EM TERNURA, RARAS COM CALCARES, GRES, SILTIFÍDOS E FERRITOS NÍVEIS CONGLOMERADOS.
- FORMAÇÃO TATU (Tt) - DEPÓSITOS MARISSCOS COM ESTRATIFICAÇÃO PLANO PARALELA, PRECIPUAMENTE SILTITOS, ARGILITOS FINOS NA PARTE CONDIÇÃO, CALCARES, SILTES E ARGILAS, ARGILAS, ARGILAS NA PARTE INFERIOR E ESPESSEZADA NA PARTE SUPERIOR.
- FORMAÇÃO TAPIRÉ (Tt) - DEPÓSITOS DE GRANULAÇÃO VARIADA, MARISSCOS, ARGILAS ARGILOSAS, CONGLOMERADOS (MIGMATITOS, SILTITOS, SILTITOS, FOLHOS, RARAS GAMAÇAS DE SILTITO).

PRÉ-CAMBRIANO

- GRANITOS FACIES ITO "SUITES GRANÍTICAS" (Gt) - CORPOS GRANÍTICOS ISÓTICOS, GRANULAÇÃO FINA E GROSSA.
- GRANITOS E GRANITÓIDES COM GRANULAÇÃO VARIADA PISA 07
- GRANITOS - FACIES CANTAREIRA (Pc) - CORPOS GRANÍTICOS FOLHADOS, GRANULAÇÃO FINA A MÉDIA, TEXTURA HOMOGENEA E REGULAR.
- GRUPO SÃO ROQUE
- FILITOS (Psf) - QUARTZ - FILITOS E FILITOS GRANITÓIDES EM SUCESSÕES RÍTMICAS, INCLINDO SUBORDINADAMENTE METABOLITOS E QUARTZITOS, SILTITOS, ARGILITOS E QUARTZITOS.
- METADIORITOS E QUARTZ-DIORITOS GNAISSICOS (Psd)
- MIGMATITOS DE ESTRUTURAS VARIADAS (Psm)
- COMPLEXO PARAIÍBA DO SUL
- GNAISSOS E MIGMATITOS DIVERSOS (Pgm)
- COMPLEXO AMPARO
- GNAISSOS (Pgn) - BOTITA - GNAISSOS, GNAISSOS MORFOTAXAIS, MIGMATITOS DE ESTRUTURAS DIVERSAS, SUBORDINADAMENTE BOTITA XISTOS, QUARTZITOS, ARGILITOS E METALIMBASTOS.
- CHORNOCKITOS (Pch)
- QUARTZITOS (Pqt) - QUARTZITOS FELDSPÁTICOS E MICÁCEOS COM INTERCALAÇÕES DE BOTITA XISTOS.
- ROCHAS CALCOSULCÁTICAS (Pw)
- BOTITA (Pbt) - XISTOS COM INTERCALAÇÕES QUARTZÍTICAS.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ CBH - PCJ

RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - UGRHI 5 1999

MAPA GEOLÓGICO

Projeto financiado com recursos do FEHIDRO

Escala 1:250.000

Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo Escala 1:500.000 - IPT / 1981

M2

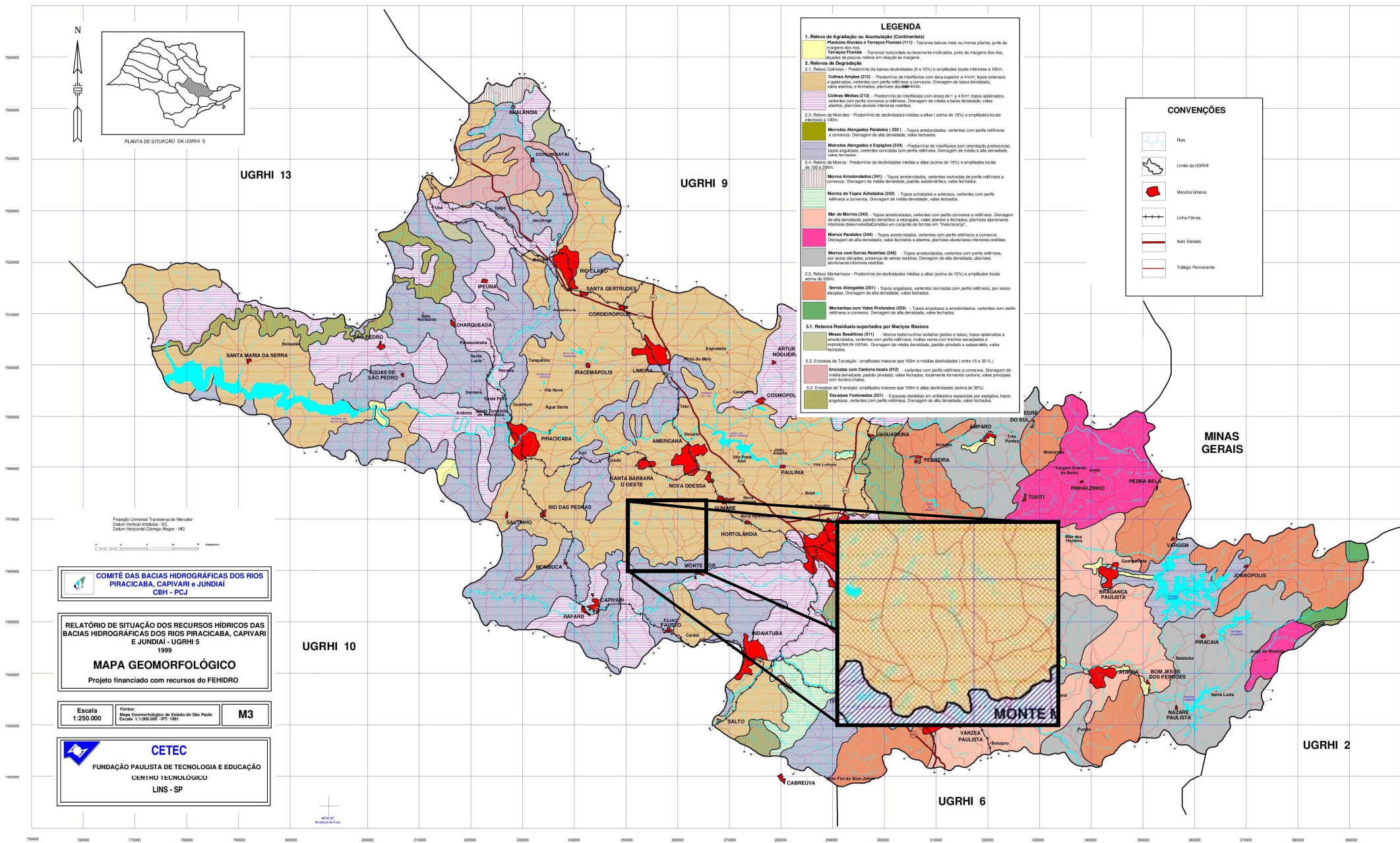
CETEC

FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO LINS - SP

Figura 2 - Mapa Geológico da bacia PCJ
 Fonte: Fundação Paulista de Tecnologia e Educação (adaptado)

3.1.3. Geomorfologia

A área apresenta, na ótica da geomorfologia, Relevo Colinoso – baixas declividades, com incidência de Relevo de Colinas Amplas, que predominam interflúvios com área superior a 4 km², com topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, vales abertos, a fechados, planícies interiores estritas, conforme Mapa Geomorfológico Figura 3.



LEGENDA

1. Relevô de Agradiação ou Acumulação (Continental)

- Planícies Aluviais e Terrços Fluviais (11)** - Terrços baixos ou sumos planos, junto às margens dos rios.
- Terras Planas** - Terrços baixos ou intermediários inclinados, junto às margens dos rios, larguras de poucos metros em relação às margens.

2. Relevô de Degradação

- 2.1. Relevô Colínico** - Predomínio de baixas declividades (0 a 15%) e amplitudes locais inferiores a 100m.
- Colinas Amplas (212)** - Predomínio de rebaixamentos com área superior a 4 km², topos enteiros e abastados, vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de baixa densidade, vales abertos, a lechados, planícies aluviais.
- Colinas Médias (213)** - Predomínio de rebaixamentos com áreas de 1 a 4 km², topos abastados, vertentes com perfis convexos e retificados. Drenagem de média a baixa densidade, vales abertos, lechados e rebaixamentos.
- 2.2. Relevô de Moradas** - Predomínio de declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais inferiores a 100m.
- Morões Alongados Paralelos (232)** - Topos arredondados, vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de alta densidade, vales fechados.
- Morões Alongados e Espigões (234)** - Predomínio de rebaixamentos com orientação preferencial (topos angulosos, vertentes ravinhadas com perfis retificados. Drenagem de média a alta densidade, vales fechados).
- 2.3. Relevô de Moros** - Predomínio de declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais de 100 a 200m.
- Morões Arredondados (241)** - Topos arredondados, vertentes ravinhadas de perfis retificados e convexos. Drenagem de média densidade, pastos subadriáticos, vales fechados.
- Morões de Topos Abastados (242)** - Topos achatados e enteiros, vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de média densidade, vales fechados.
- Mar de Moros (243)** - Topos arredondados, vertentes com perfis convexos e retificados. Drenagem de alta densidade, pastos densos e irregulares, vales abertos e fechados, abastados abastados interiores desordenados. Constitui um conjunto de formas em "mesa baranga".
- Morões Paralelos (244)** - Topos arredondados, vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de alta densidade, vales fechados e abertos, declividades abastadas interiores vastas.
- Morões com Serras Resilidas (245)** - Topos arredondados, vertentes com perfis retificados, por vezes abastados, drenagem de serras resilidas. Drenagem de alta densidade, declividades abastadas interiores vastas.

3. Relevô Montanhoso - Predomínio de declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais acima de 200m.

- Serras Alongadas (251)** - Topos angulosos, vertentes ravinhadas com perfis retificados, por vezes abastados. Drenagem de alta densidade, vales fechados.
- Montanhas com Vales Profundos (252)** - Topos angulosos a arredondados, vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de alta densidade, pastos produtivos e subprodutivos, vales fechados.

3.1. Relevô Resultante suportados por Maciços Básicos

- Massas Basálticas (211)** - Massas basálticas locais (peleas e taças), topos achatados a arredondados, vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de média densidade, pastos produtivos, vales fechados, declividades formadas corais, vales abertos com fendas chatas.
- 5.2. Encostas de Teração** - amplitudes maiores que 100m e médias declividades (entre 15 e 30%)
- Encostas com Colinas locais (312)** - vertentes com perfis retificados e convexos. Drenagem de média densidade, pastos produtivos, vales fechados, declividades formadas corais, vales abertos com fendas chatas.
- 5.2. Encostas de Teração** - amplitudes maiores que 100m e altas declividades (acima de 30%)
- Escarpas Fisionômicas (321)** - Escarpas declivadas em antebancos separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retificados. Drenagem de alta densidade, vales fechados.

CONVENÇÕES

- Rios
- Limite da UGRHI
- Marcha Urbana
- Limite Físico
- Auto-Estado
- Trilégio Permanente

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
PIRACICABA, CAPIVARI e JUNDIAÍ
CBH - PCJ

RELATÓRIO DE SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS
BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI
E JUNDIAÍ - UGRHI 5
1999

MAPA GEOMORFOLÓGICO
Projeto financiado com recursos do FEHIDRO

Escala: 1:250.000 Fontes: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo Escala: 1:100.000 (IPF - 1981) M3

CETEC
FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO
CENTRO TECNOLÓGICO
LINS - SP

Figura 3 - Mapa Geomorfológico da Bacia PCJ
Fonte: Comitê PCJ (adaptado)

3.1.4. Pedologia

Segundo o relatório Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá URHI 5, na região do manancial são encontrados Latossolos Vermelho-Escuro e Argissolo (antigo Podzólico) Vermelho-Amarelo. A localização pode ser observada na figura 4.

Latossolo Vermelho-Escuro compreende solos minerais, não hidromórficos com horizontes B latossólico. Apresentam teores elevados de Fe_2O_3 e conseqüentemente cores mais avermelhadas. Para a área em estudo são encontrados Latossolos Vermelho-Escuro álico (LEa2).

LEa2 – Latossolo Vermelho-Escuro álico, textura média + Latossolo Roxo distrófico textura argilosa e muito argilosa, ambos 'horizonte A' moderado e proeminente de relevo suave ondulado e plano (Argissolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa/média + Latossolo Vermelho Amarelo textura média, ambos álicos com horizonte A moderado e relevo suave ondulado).

Os Argissolos Vermelho-Amarelo são solos minerais com horizonte B textural, não hidromórficos bem desenvolvidos, bem drenados e ácidos. São solos na sua maioria de fertilidade natural baixa/média, usualmente profundos que apresentam seqüência de horizontes do tipo A, B e C, cuja espessura não excede a 200 cm. Estão situados em áreas de relevo predominantemente ondulado e forte ondulado, ocorrendo também em menor proporção o relevo suave ondulado e o montanhoso. Na área de estudo são encontrados Argissolo Vermelho-Amarelo álico (PVa29).

PVa29 – Argissolo Vermelho-Amarelo álico com atividade de argila baixa e textura arenosa/média + Latossolo Vermelho-Amarelo textura média, ambos álicos de horizonte A moderado e relevo suave ondulado (Latossolo Vermelho-Escuro álico de horizonte A moderado, textura média e relevo suave ondulado).

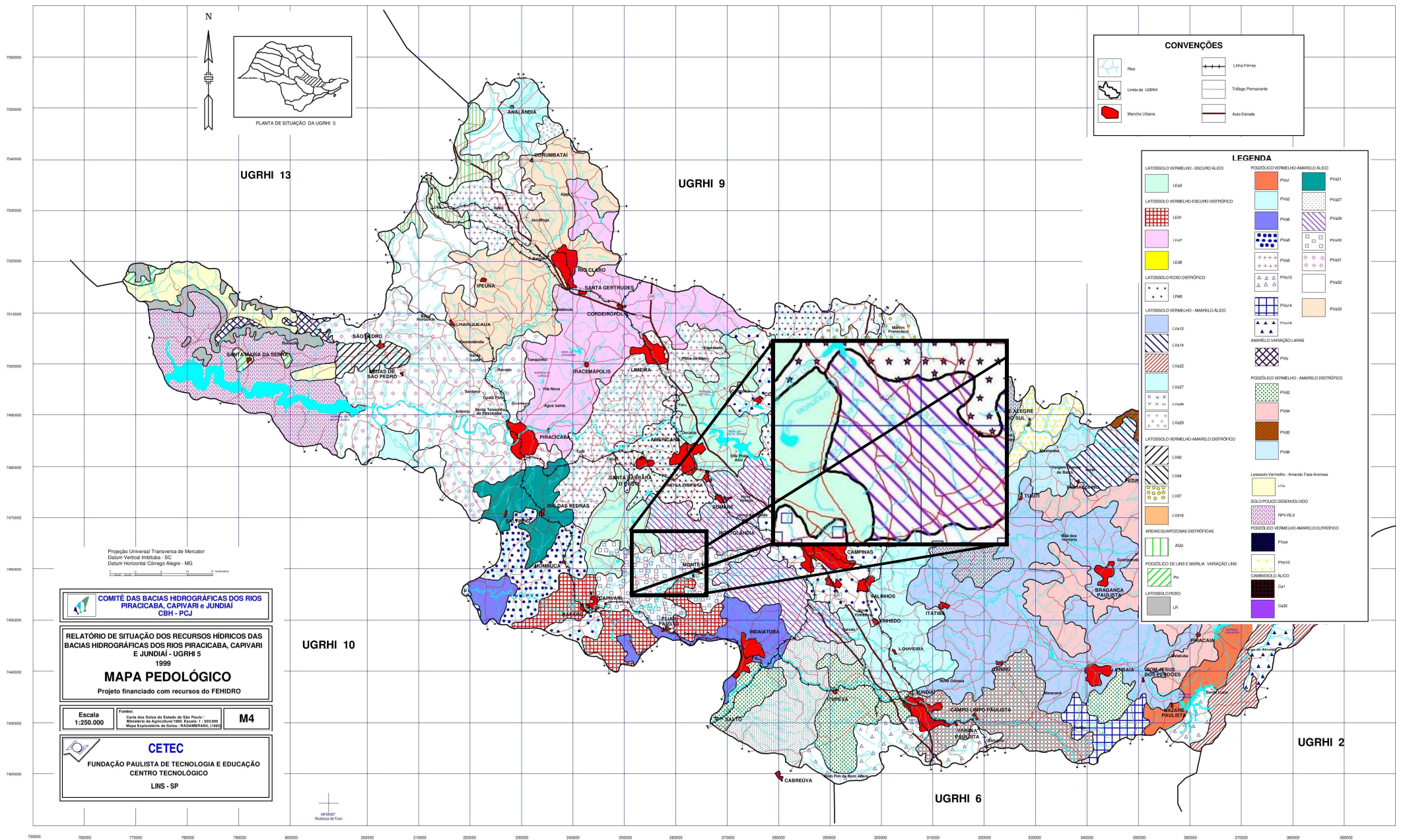


Figura 4 - Mapa Pedológico da Bacia PCJ
Fonte: Comitê PCJ (adaptado)

3.1.5. Clima

Segundo dados da Cepagri (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura da Unicamp), o clima nos municípios de Monte Mor, Santa Bárbara d'Oeste e Sumaré, é classificado como temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa – classificação climática KöppenGeiger), conforme demonstrado na figura 5.

Assim como ocorre em toda a região, as condições do tempo variam bastante nos municípios, com temperatura média máxima anual é de 28,1°C e média mínima anual de 16,3°C, com precipitação anual de 1466,1mm, para o município de Santa Bárbara d'Oeste.

No caso de Sumaré a temperatura média máxima anual é de 28,0°C e média mínima anual de 15,2°C, com precipitação anual de 1371,8mm, e para Monte Mor, temperatura média máxima anual é de 28,0°C e média mínima anual de 15,3°C, com precipitação anual de 1335,8 mm.

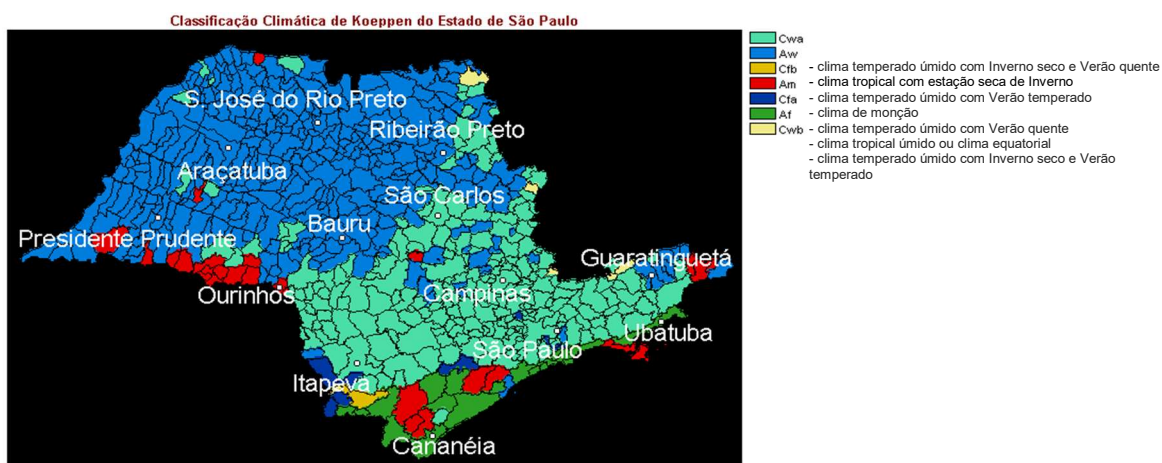


Figura 5 - Classificação Climática de Köppen-Geiger do Estado de São Paulo

Fonte: CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura – UNICAMP

3.1.6. Biomas e tipos de vegetação

De acordo com o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) o Estado de São Paulo tem sua área ocupada em 68% pelo Bioma Mata Atlântica e 32% pelo Bioma Cerrado,

A região das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, embora tenha sido muito utilizada para agricultura e apresente grande crescimento urbano e industrial, (iniciado em meados de 1970), em decorrência da descentralização das atividades da região metropolitana de São Paulo em direção ao interior do Estado, é uma importante área de biodiversidade.

Possui remanescentes da Mata Atlântica com a mesma fisionomia da Serra do Mar, principalmente nas encostas da Serra do Japi. É uma área de interface entre a Mata Atlântica

e as florestas estacionais semidecíduais de planalto, representada em todas as bacias PCJ, por fragmentos dispersos.



Figura 6 - Mapa de Biomas do Brasil
Fonte: IBGE (adaptado)

VELOSO (1991) define o bioma Mata Atlântica como sendo constituído por diversas fitofisionomias distintas, cujas diferenças estruturais e florísticas estão muito mais vinculadas às mudanças microclimáticas e geomorfológicas. Têm-se, portanto, as seguintes fitofisionomias pertencentes a este bioma: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista, Vegetação Pioneira de Influência Marinha (restingas), Vegetação Pioneira de Influência Fluviomarina (manguezais) e Vegetação Pioneira de Influência Fluvial (vegetação paludosa).

Como pode ser observada na Figura 6, a área objeto de estudo está classificada exclusivamente como Bioma Mata Atlântica, com tipo de vegetação contato Savana / Floresta Ombrófila.

O Inventário florestal da vegetação nativa do Estado de São Paulo de 2010, referente à distribuição dos remanescentes de vegetação natural existentes no estado de São Paulo, classificados por fitofisionomia, realizado com imagens de satélite 2008 e 2009, classifica a vegetação nativa existente na área do manancial como Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual.

3.1.7. Fauna

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), por meio do Sistema Ambiental Paulista, o Brasil é considerado o país com maior concentração de diversidade biológica e, contribuindo com essa riqueza, está o Estado de São Paulo com sua ampla e exuberante fauna, que é o conjunto de animais silvestres específicos de uma região.

Sabe-se que no Estado de São Paulo, ocorrem 170 espécies de mamíferos; 21 espécies de marsupiais, 42 de roedores, 64 de morcegos e 67 dos demais grupos. Para JOLY & BICUDO (1999) a área das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, foi moderadamente amostrada e contém a fauna característica de planalto, cerrado e de domínio da Mata Atlântica. Há aproximadamente 11,5 mil exemplares de mamíferos, somando a documentação da UNESP e UNICAMP.

Embora não tenham sido realizados estudos de fauna de modo intensivo para avaliar a realidade regional, as condições bióticas aparentes e os indicadores faunísticos detectados demonstram uma condição da maior relevância quanto à capacidade de suporte de fauna e a necessidade de sua preservação.

Muitas espécies e grupos animais, vegetais e de microrganismos, ocorrem nas Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá. Segundo CÂMARA (1991):

"a fauna das florestas atlânticas permanece rica em diversidade biológica, com pouquíssimas espécies já descritas totalmente extintas mas, as populações remanescentes, via de regra, estão subdivididas e representadas em muitos casos por apenas um número perigosamente reduzido de indivíduos quando não localmente extintas. Considerando-se, porém, que as pesquisas faunísticas não foram realizadas em profundidade antes da devastação generalizada das florestas atlânticas, muito especialmente no que se refere aos invertebrados, é de se presumir que, na realidade, um enorme número de espécies pouco conspícuas tenham sido exterminadas sem que delas houvesse conhecimento de sua existência."

Essa afirmativa remete à necessidade de conversação dos remanescentes naturais na região para a preservação das espécies faunísticas ainda existentes.

3.2. Software de geoprocessamento

O ArcGIS é um pacote de softwares da ESRI (Environmental Systems Research Institute) que integra soluções em SIG. Este pacote possui características de análise de dados espaciais, geoprocessamento, edição e criação de mapas, soluções em cartografia, edição e manipulação de dados em formatos vetoriais e raster, visualização de dados 3D, além de várias outras ferramentas e funcionalidades.

Para a realização do trabalho, foi utilizado o software ArcGis Pro 1.2, em período de teste gratuito, e as extensões mais utilizadas foram *Analysis Tool*, *Cartography Tool* e *Conversion Tool*.

3.3. Imagens de satélite e cartas topográficas

O software ArcGIS possui como mapa base a camada *World Imagery* com imagens de alta resolução, composta pelas imagens de satélites fornecidas pela Esri, *Earthstar Geographics*, *DigitalGlobe*, *GeoEye*, CNES/*Airbus DS*.

No caso das cartas topográficas, foram utilizadas as cartas referentes ao Mapeamento Topográfico elaborado pelo Instituto Geográfico e Cartográfico - IGC em 2002, em escala de 1:10.000, referente a Região Metropolitana de Campinas, bem como as cartas do Mapeamento topográfico da década de 80, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em escala 1:50.000.

Todas as cartas topográficas, tanto do IBGE quanto do IGC, estão disponíveis na Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais – IDEIA-SP por meio do Projeto DataGEO.

3.4. Delimitação da sub-bacia da Represa Areia Branca

Nessa etapa foram utilizadas as imagens de satélite disponibilizadas pelo próprio software, cartas topográficas do IBGE de Americana em escala de 1:50.000, folha SF-23-Y-A-V-3, e cartas topográficas do IGC de denominadas Bairro Areia Branca, Fazenda São Bento, Bairro Fazenda Velha, Bairro Portão Pesado, Bairro Santa Cruz, Sumaré II e Bairro Cruzeiro, em escala de 1:10.000, folhas SF-23-Y-A-V-3-NO-F, SF-23-Y-A-V-3-SO-B, SF-23-Y-A-V-3-NE-C, SF-23-Y-A-V-3-NE-E, SF-23-Y-A-V-3-SE-A, SF-23-Y-A-V-3-NE-F e SF-23-Y-A-V-3-SE-B, respectivamente.

As cartas foram importadas e reprojetadas por meio da inserção dos endereços dos servidores Web Map Service (WMS), disponibilizados pelo Projeto DataGEO do IDEA, conforme a tabela 2, para uma base de dados do software ArcGIS.

Tabela 2 - Endereços dos servidores Web Map Service (WMS)

TÍTULO	ENDEREÇO
IGC - Articulação das Cartas Topográficas 1:10.000	http://datageo.ambiente.sp.gov.br/serviceTranslator/rest/getXml/Arcgis_Server_IGC_Articulacoes/2/1435676247408/wms
Cartas Topográficas 1:50.000 (IBGE)	http://datageo.ambiente.sp.gov.br/serviceTranslator/rest/getXml/Geoserver_Imagem/Cartas_50k_IBGE/1435155783868/wms

Tais cartas foram sobrepostas e trabalhadas em SIG, possibilitando a identificação dos recursos hídricos da sub-bacia. Nesse diagnóstico inicial foram levantadas informações sobre a área hidrográfica da sub-bacia, a identificação dos principais afluentes e nascentes da represa, e também sua extensão.

3.5. Digitalização dos afluentes da Represa Areia Branca

A digitalização dos cursos d'água foi feita por meio do software ArcGIS, utilizando como base fotográfica as imagens de satélite de alta resolução espacial, georreferenciadas e disponibilizadas pelo próprio software, conforme mencionado anteriormente, bem como utilizando as cartas topográficas do IBGE e IGC para comparação, e anexas ao ArcGIS por meio da ferramenta adição de dados.

Para digitalização foram utilizados os comandos Create (feature) e Export shapefile, os quais permitiram delimitar manualmente, todos os traçados dos cursos d'água desde as respectivas nascentes até a Represa Areia Branca, formando um mapa hidrográfico local, conforme Figura 7. Os pontos das nascentes foram marcados por meio do mesmo procedimento, com duas classificações diferentes: nascentes intermitentes e nascentes perenes.

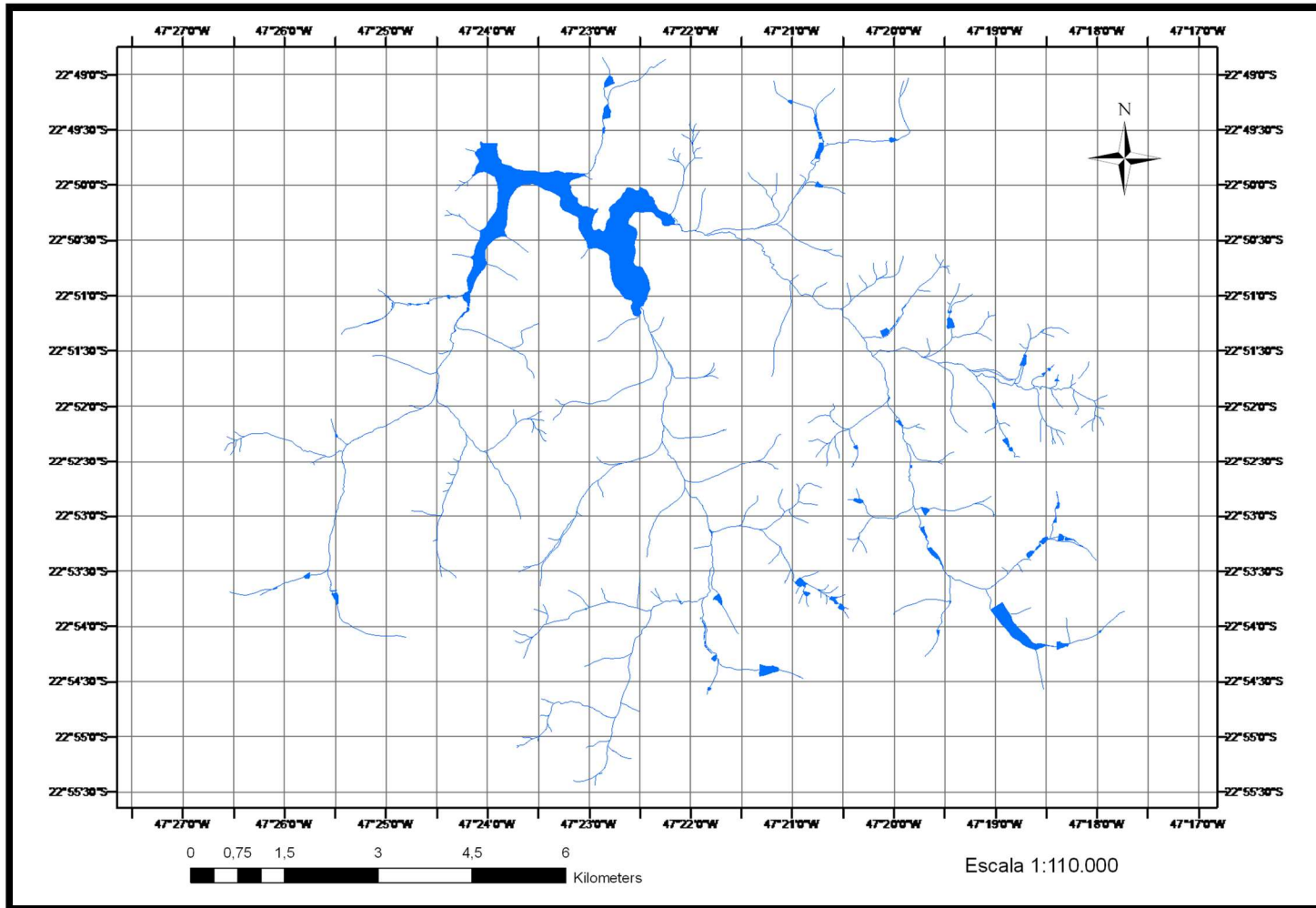


Figura 7 - Mapa Hidrográfico da sub-bacia da Represa Areia Branca

3.6. Delimitação das APP de nascentes, cursos d'água, e reservatórios artificiais

A área objeto de estudo é composta por várias propriedades rurais com número de módulos fiscais que variam de inferiores a 1 (um) e acima de 400, conforme base de dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Estado de São Paulo – SiCAR-SP, disponível no sistema DataGEO por meio da camada denominada CAR – Propriedades UGRHI 5, a qual apresenta os limites ou perímetros dos imóveis rurais (propriedades ou posses). Como podemos observar na Figura 8, ainda resta na área do manancial uma parcela de propriedades a serem cadastradas no SiCAR, sendo que o § 3º do artigo 29 da lei Federal nº 12.651/2012 determina o prazo até 31 de dezembro de 2017.

Apesar das faixas de APPs variarem conforme com o número de módulos fiscais da propriedade rural conforme já mencionado, as áreas consolidadas até 22 de julho de 2008 ainda estão em fase de comprovação por meio do SiCAR. Deste modo, para este estudo, foram consideradas as faixas de APPs com base no artigo 4º da Lei Federal nº 12.651/2012, que as determina tanto para áreas urbanas quanto rurais.

Após a digitalização dos cursos d'água e nascentes, foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente, considerando 30m de cada margem para todos os cursos d'água, uma vez que nenhum ultrapassa a largura de 10m, e um raio de 50m para as nascentes perenes, seguindo os critérios definidos pelos incisos I e IV do artigo 4º da Lei Federal nº 12.651/2012, que delimita as APPs de acordo com a largura dos cursos d'água e para nascentes (BRASIL, 2012).

Como não há definição de APP para as nascentes intermitentes pelo Código Florestal, foi considerado um raio de 30m de Área de Preservação Permanente, devido a existência da faixa de APP dos próprios cursos d'águas.

Para os reservatórios artificiais com áreas superficiais superiores a 1 (um) ha e inferiores a 20ha, foi considerada uma faixa de 15m, em atendimento a Resolução CONAMA nº 302/2002.

Por último, para a Represa Areia Branca, foi delimitada uma faixa máxima marginal a partir da cota do nível máximo operativo normal de 550,85m até a cota *máxima maximorum* de 552,51m, em atendimento ao artigo 62 do novo código florestal, utilizando em sobreposição as cartas topográficas do IGC como referência.

As delimitações foram realizadas por meio do comando Buffer do ArcGIS, inserindo a distância respectiva e unidade em metros como parâmetros, e posteriormente foi aplicado o comando Union para unir todas as camadas (*layers*) formando uma única, conforme Figura 9.

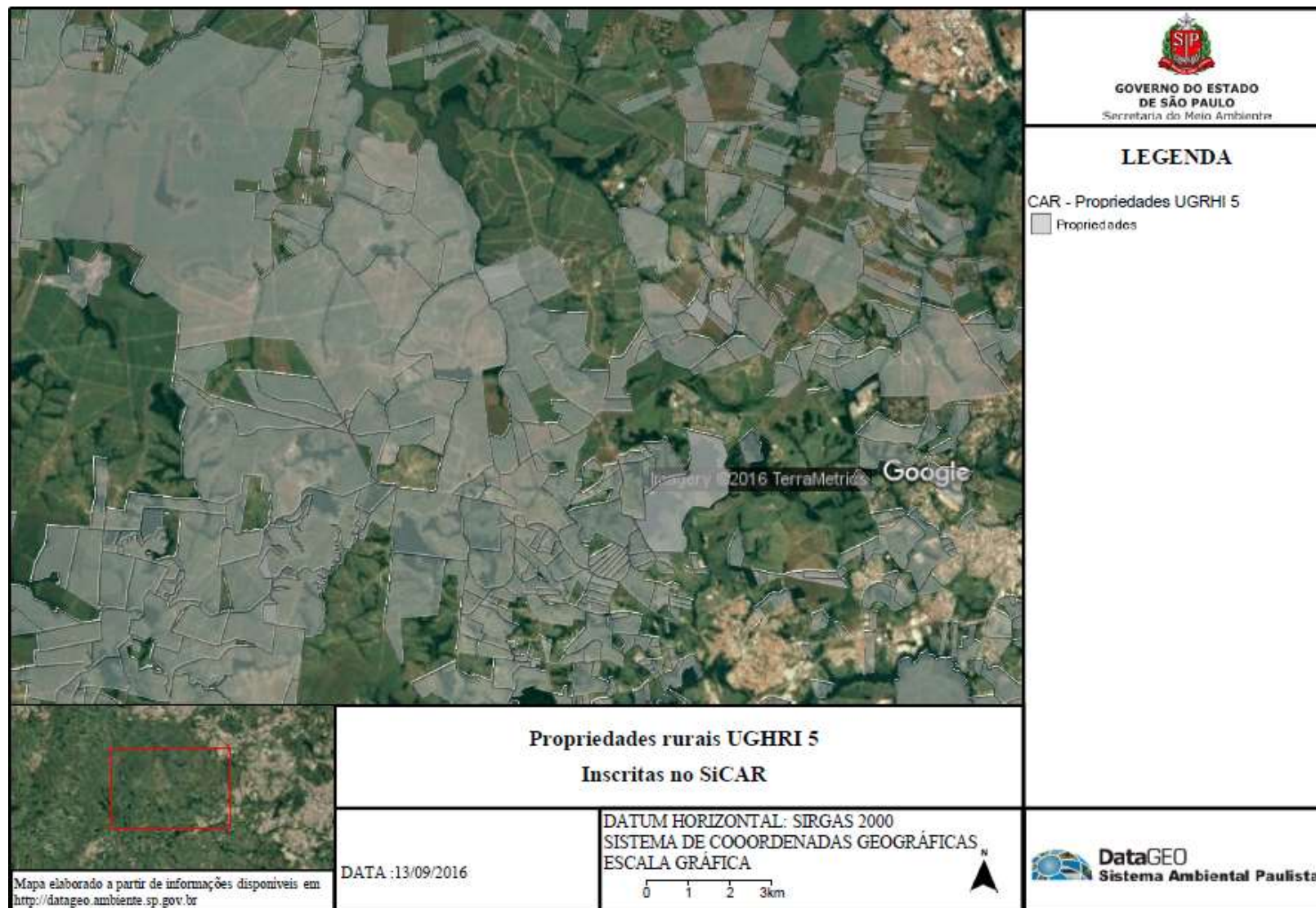


Figura 8 - Propriedades inscritas no SiCAR na região do manancial
Fonte: DataGEO

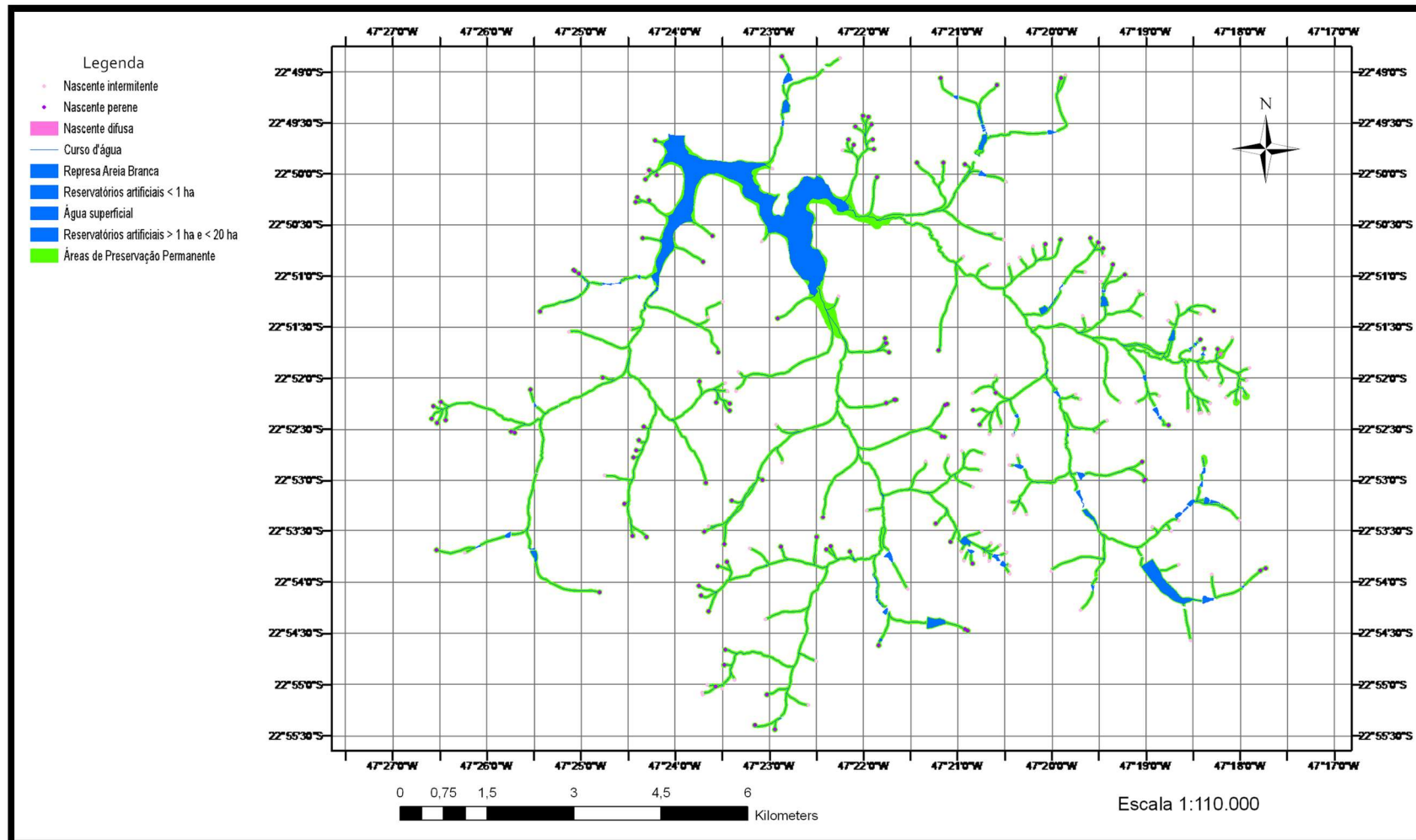


Figura 9 - Delimitação das APPs

3.7. Levantamentos realizados em campo

Para confirmar as situações identificadas na etapa de fotointerpretação, foram realizadas visitas em campo no entorno das áreas de preservação permanente do manancial, entre os dias 12 e 18 de junho, 17 a 23 de julho, e 8 ao dia 19 de agosto, 2016, com registros fotográficos, e com auxílio do aparelho GPS Garmin eTrex 30x no sistema de coordenadas geográficas anotadas no formato UTM, datum WGS84.

A figura 10 corresponde a um dos trechos percorridos nas Áreas de Preservação Permanente da Represa com fragmento remanescente.



Figura 10 – Fragmento florestal remanescente em APP da Represa Areia Branca

3.8. Definição das classes de uso e ocupação das APP

A partir da delimitação das Áreas de Preservação Permanente, foi possível digitalizar e obter a área das diferentes ocupações. Para isso, foram criados polígonos de acordo com cada tipo de ocupação. A identificação das ocupações foi realizada em duas etapas. A primeira etapa refere-se à identificação e classificação das ocupações, ambas realizadas por meio de fotointerpretação das imagens de satélite. Isto é, uma análise visual de padrões, formas, tons e cores associadas a cada tipo de ocupação, com base nas imagens de satélite e cartas topográficas.

Após a compilação das identificações realizadas na etapa da fotointerpretação com as informações coletadas em campo, foi possível realizar a classificação dos usos e ocupações do solo, Figura 11, os quais foram divididos em 5 (cinco) classes, conforme a seguir:

a) *Água / área alagada*: áreas superficiais dos cursos d'água e reservatórios artificiais, áreas alagadas sujeitas a inundação (várzeas, lagoas naturais marginais ou leito maior sazonal);

b) *Área impermeável*: foram consideradas todas as ocupações que tornaram o solo impermeável, como estradas asfaltadas, galpões, pátios, residências, e demais edificações;

c) *Cana-de-açúcar / monocultura*: em sua maioria, áreas utilizadas para plantio de cana-de-açúcar com os respectivos carregadores com solos expostos, e pequenas culturas de café. Estão incluídas as áreas de solos expostos onde são realizados o cultivo da cana-de-açúcar, após a troca de safra;

d) *Fragmentos florestais*: formações vegetais ou plantadas (com finalidade ambiental), constituídas por alta diversidade de espécies nativas, independente da fase de sucessão ecológica (exemplo: remanescentes e fragmentos de vegetação);

e) *Vegetação rasteira*: tipologia representada por áreas cultivadas ou mantidas com espécies de gramíneas forrageiras, vegetação em estágio pioneiro de regeneração.

3.9. Quantificação das áreas

Após a delimitação das áreas classificadas com a criação dos polígonos, foram abertas as planilhas de cada camada no ArcGIS por meio da ferramenta *Open an attribute table*, e localizada a coluna denominada *Shape_area*, onde são armazenados os valores das áreas, em metros, de todos os polígonos criados. Os valores foram exportados para o software de planilha Microsoft Excel 2010 por meio do comando *Convert Table to Excel*, e utilizados para a realização dos cálculos.

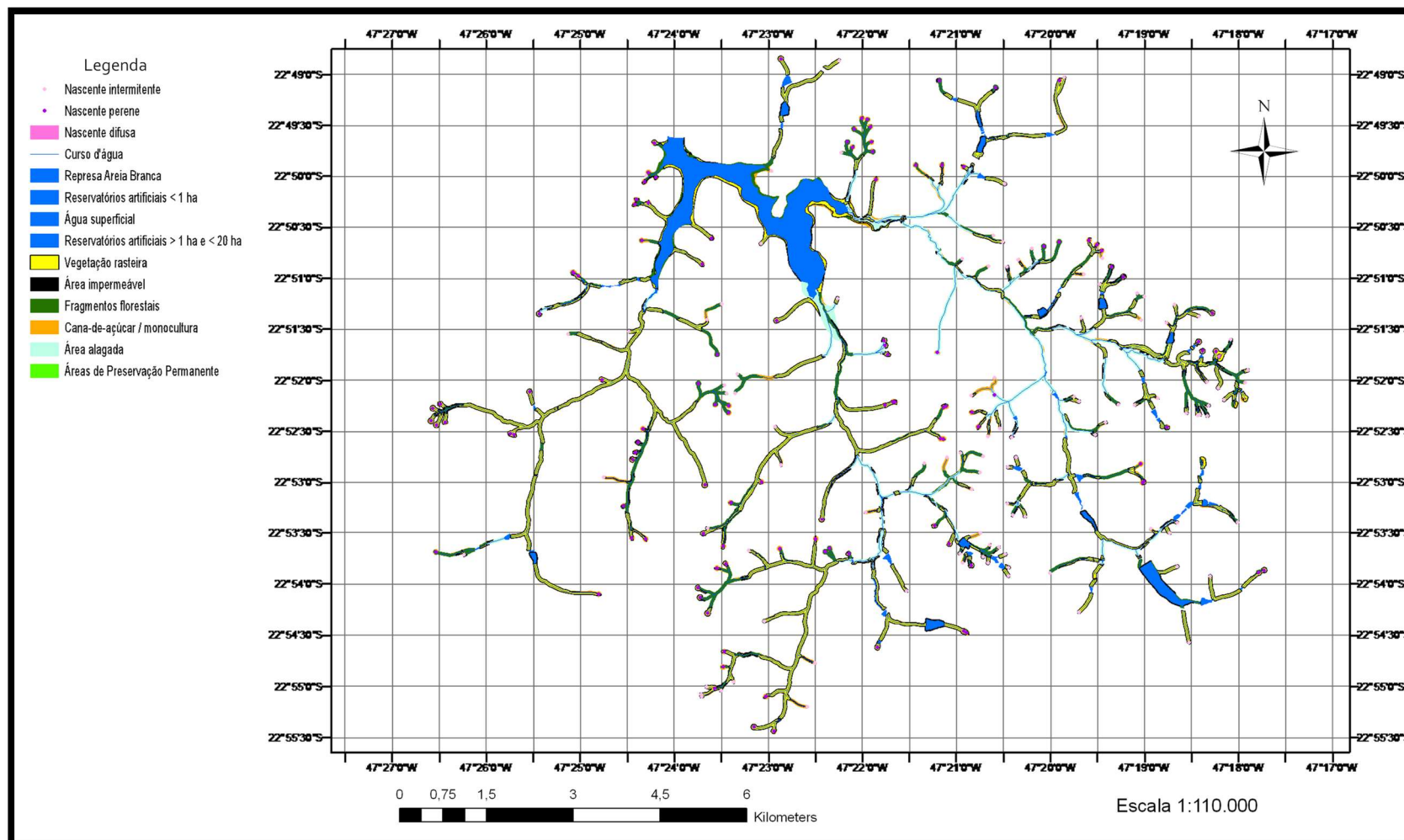


Figura 11 - Mapa do Uso e Ocupação das APPs

4. RESULTADOS

Durante o desenvolvimento do trabalho, foram constatados 57 reservatórios artificiais particulares decorrentes de barramentos, sendo 11 destes com área superior a 1 (um) ha e inferior a 20ha, e 46 com área superficial inferior a 1 (um) ha. A área superficial total de água é de 53ha.

A área de manancial estudada possui um total de 215 nascentes, sendo 113 caracterizadas como nascentes intermitentes, e 102 caracterizadas como nascentes perenes. Todos os 215 afluentes se tratam de pequenos cursos d'água com largura inferior a 10m. Possíveis olhos d'água ou nascentes localizadas em áreas planas podem não ter sido identificadas, pois a base cartográfica não retrata tais formações.

Foram obtidos os seguintes valores das áreas inseridas em APP, já convertidos de metros para hectares, e respectivas proporções (%) em relação à área total de APP da Represa Areia Branca e respectivos cursos d'água e nascentes, conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Áreas dos usos e ocupações das APPs

CLASSE - Uso e Ocupação	ÁREA (ha)	PROPORÇÃO DAS APPs (%)
Água / área alagada	147,54	17,84
Área impermeável	1,55	0,19
Cana-de-açúcar / monocultura	63,09	7,63
Fragmentos florestais	182,23	22,03
Vegetação rasteira	432,71	52,32
APP - TOTAL	827,12	100,00

Considerando as classes 'fragmentos florestais' e 'Água ou área alagada' como ocupações naturais e adequadas ambientalmente, temos uma soma de áreas de 329,77ha, totalizando 39,87% da área total de APP. Figura 12.

Ainda, considerando as classes 'Cana-de-açúcar/monocultura' e 'vegetação rasteira' como não adequadas no sentido de garantia de todas as funções ambientais de matas ciliares, temos um total de 495,81ha, totalizando 59,94%, de área a ser reflorestada incidente na APP. Figura 13.

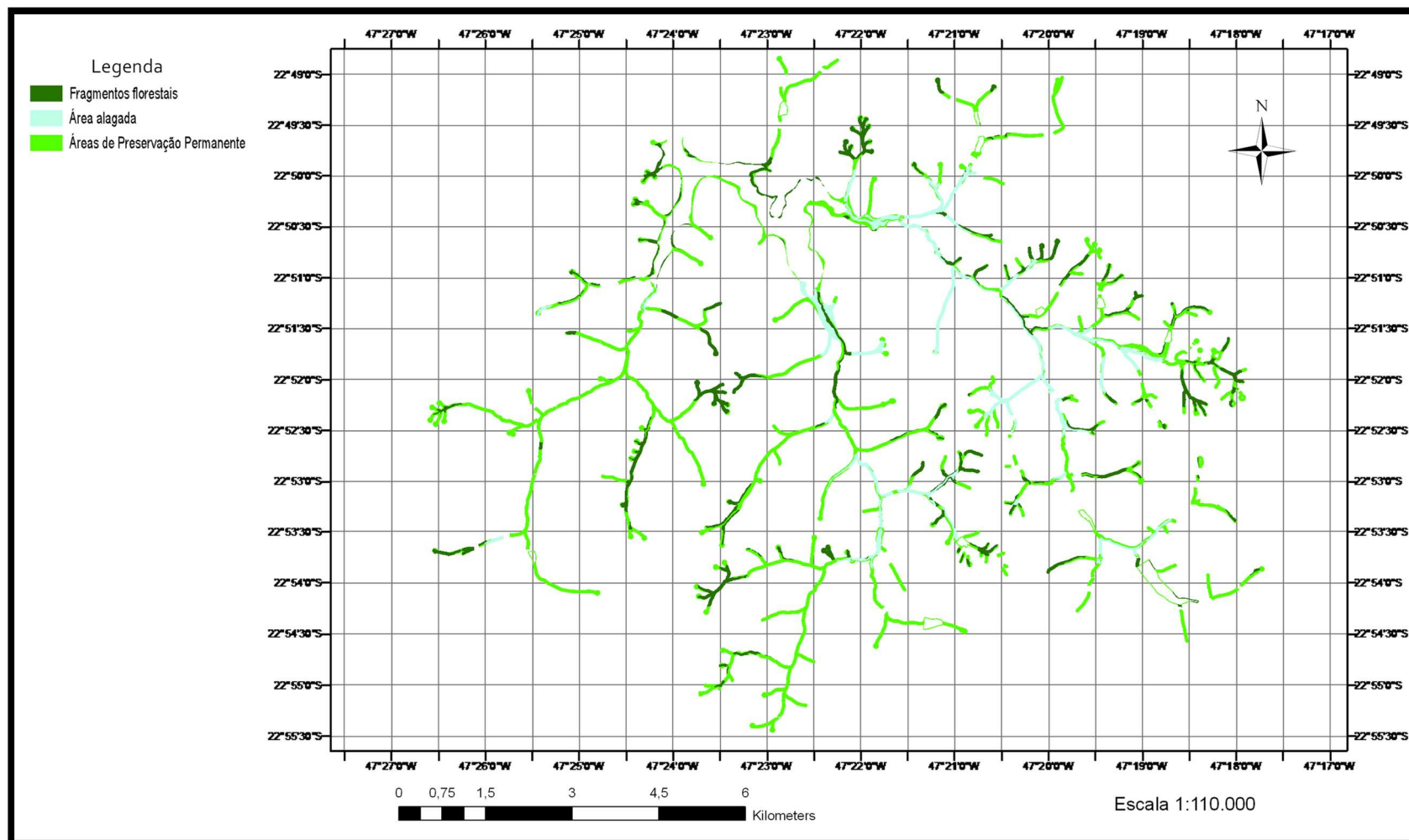


Figura 12 - Ocupação de Fragmentos florestais e área alagada em APP

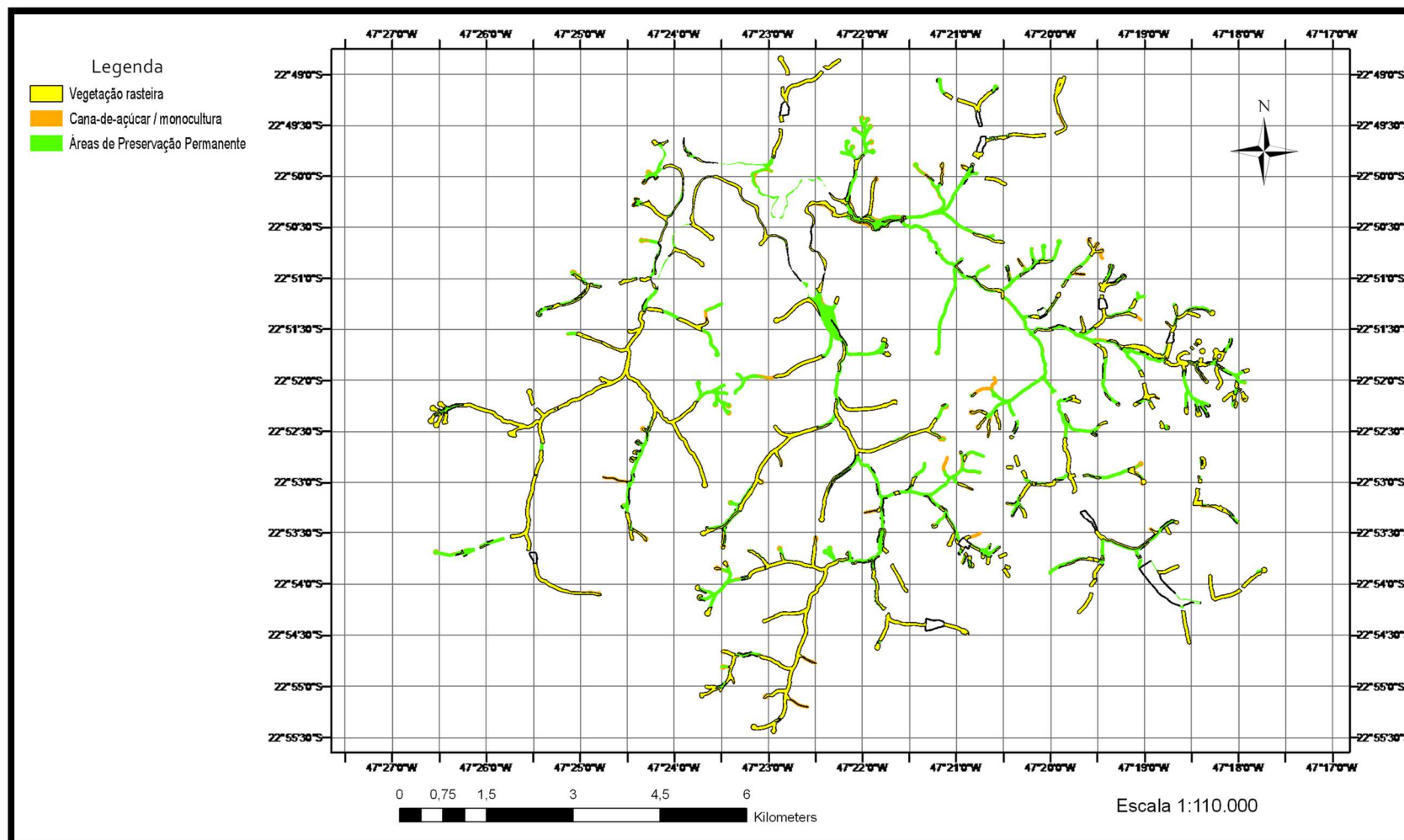


Figura 13 - Uso e ocupação de cana-de-açúcar e vegetação rasteira em APP

A classe 'área impermeável' apresentou valor inexpressivo em relação à área total de APP com 1,55ha, representando apenas 0,19%, inferindo que as áreas protegidas são, minimamente, permeáveis.

Foi observado durante a execução do trabalho que as áreas alagadas possuem continuidade além dos limites das APPs. Por não se tratarem de objetos do estudo, estas áreas não foram computadas, bem como o uso e ocupação nas respectivas margens.

Ainda, como pode ser observado na figura 14, os 182,23ha se tratam de fragmentos remanescentes isolados, tanto nas APPs de cursos d'água e nascentes, quanto das APPs dos reservatórios artificiais, incluindo a Represa Areia Branca.

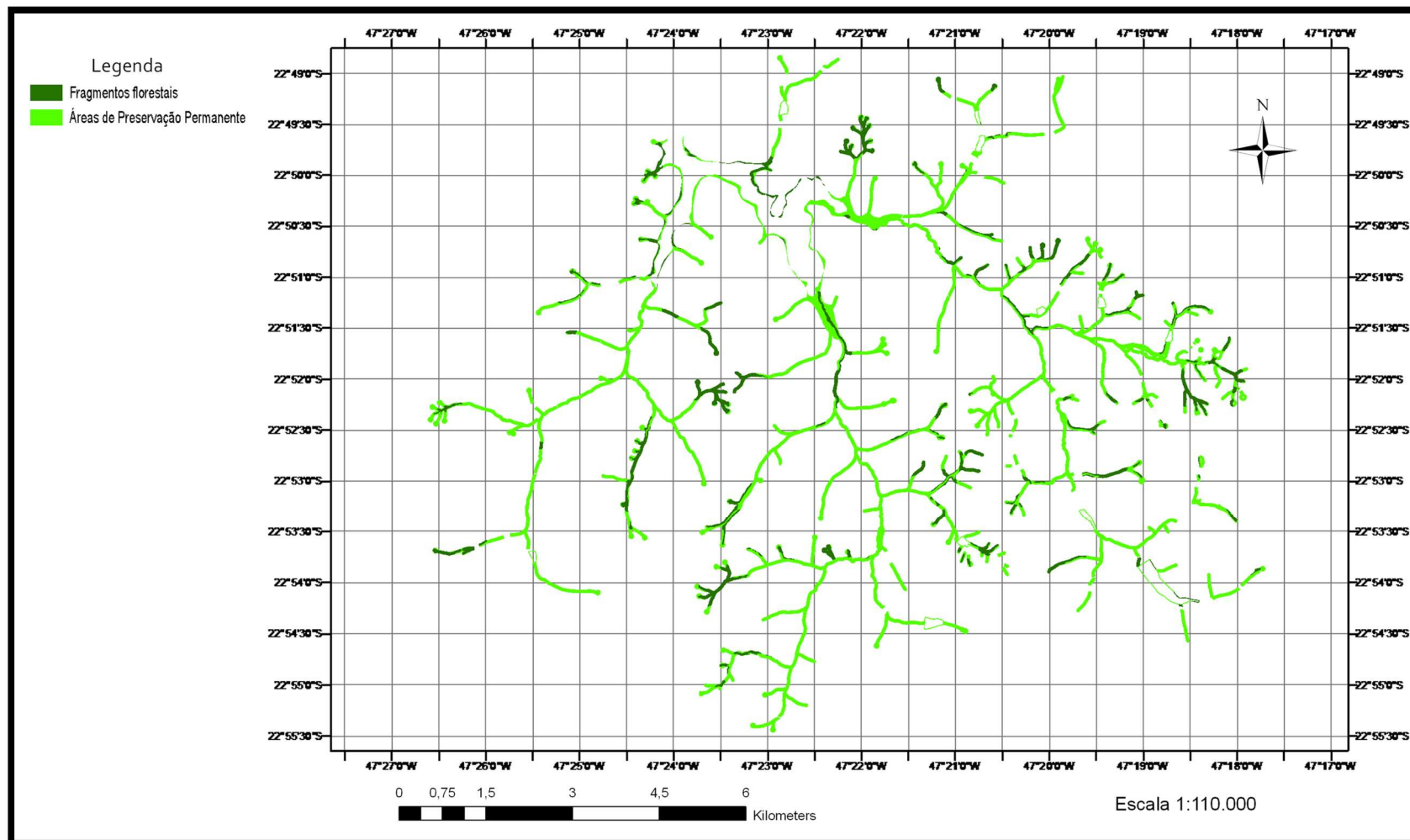


Figura 14 - Ocupação com fragmentos florestais remanescentes em APP

5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Os resultados gerais obtidos durante o presente trabalho, aliados à revisão bibliográfica realizada e ao reconhecimento da sub-bacia do manancial, permitem chegar às seguintes conclusões e considerações:

- De acordo com os resultados do trabalho, os fragmentos florestais remanescentes representam cerca de 22,03% da área total de APP da sub-bacia estudada, sendo necessária ações de recuperação em área correspondente a cerca de 495,81ha;
- Do total de 827,12ha em APP, 495,81ha encontram-se ocupados por monoculturas e vegetação rasteira, que apesar de possuírem características de permeabilidade não cumprem todas as funções ambientais de matas ciliares com fragmentos florestais;
- Os resultados obtidos no presente estudo, possibilitam afirmar que não existe conectividade entre os fragmentos florestais identificados em APP, uma vez que estes encontram-se isolados na paisagem, com áreas ocupadas com outros usos entre os fragmentos;
- Como o presente trabalho se ateve estritamente às áreas protegidas pela Legislação Ambiental – Lei Federal 12.651/2012, não há informações suficientes para concluir a respeito da necessidade ou não de reflorestamento do entorno das demais áreas alagadas localizadas fora de APP;
- São identificados 64,63 ha de áreas inadequadamente ocupadas, somando as monoculturas e espaços impermeabilizados por edificações, ou seja, não são constituídas por mata ciliar e não são passíveis de pronta recuperação. Seria de responsabilidade das autoridades verificar se a ocupação se deu anteriormente à Legislação Vigente para, assim, tomar as providências cabíveis.

Algumas sugestões podem ser feitas, a partir da construção do trabalho:

- Os órgãos ambientais têm atribuição e competência para atuar na conservação das APPs, pois tratam-se de áreas legalmente protegidas. Assim, seria de responsabilidade dessas autoridades verificar a regularidade dos usos e ocupações em APP. Tal verificação poderia ser realizada por meio da comprovação da

temporalidade da ocupação, ou pela regularização através do licenciamento ambiental;

- Para os casos de ocupação anterior à Legislação Vigente, poderiam ser utilizados instrumentos econômicos, como Pagamento por Serviços Ecossistêmicos, para incentivar a remoção das ocupações, a fim de estimular a recuperação e preservação das áreas, uma vez que a preservação do manancial é de interesse da população que necessita da água para abastecimento, seja este para consumo humano ou industrial;
- As áreas no entorno das áreas alagadas, localizadas além das APPs, não são protegidas por Lei, e, portanto, não foram objeto de estudo do presente trabalho. Entretanto, futuros trabalhos com o objetivo de integrar um plano de recuperação, devem incluir a avaliação, classificação e quantificação dessas áreas, pois possuem funções ambientais tão importantes quanto as das áreas analisadas neste trabalho.

6. BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: **EDUSP/FAPESP**, 2000. p.15-25.

ARCOVA, F. C. S. & CICCO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 125-134, 1999.

BORGES, L. A. C et al. Áreas de Preservação Permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n. 7, p. 1202-1210, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 302 de 20 de março de 2002**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 04 de junho de 2016.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

BRASIL. **Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 13.295 de 14 de junho de 2016**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, c.; MONTEIRA, A. M. V. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. INPE. São José dos Campos, 2001.

CÂMARA, I. G. **Plano de ação para a mata atlântica**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 1991. 152p.

MARENGO, J. A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, nº 106, p. 31-44, set. 2015.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: UFPR, 2003. 210p.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - CBH-PCJ. Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá UGRHI 5. **Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação**, 2001. 501 p.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Restauração de mata ciliar. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte, v. nº 207, p. 15-20 nov./dez., 2000.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO - DAE. **DAE adotará o sistema de rodízio no abastecimento a partir de segunda-feira**. Santa Bárbara d'Oeste, DAE. 2014. Disponível em: <<http://www.santabarbara.sp.gov.br>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2016.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO - DAE. **Plano Municipal de Saneamento Básico Santa Bárbara d'Oeste: Sistema de Abastecimento Público e Esgotamento Sanitário**. Santa Bárbara d'Oeste: DAE. 2015. 122p.

ESRI. **Environmental Systems Research Institute**. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 10.4. Software. 2016

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos. 2002. 97p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 2004.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - INEA. **Faixa Marginal de Proteção (FMP)**. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2016.

INCRA. **Instrução Especial/INCRA/Nº 20, de 28 de maio de 1980**. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº84.685 de 06 de maio de 1980. Disponível em: <www.incra.gov.br/>. Acesso em 12 de setembro de 2016

INSTITUTO FLORESTAL DA SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. **Inventário Florestal da Vegetação Nativa do Estado de São Paulo**. São Paulo. 2010.

ISERNHAGEN I.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S. Diagnóstico Ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal, In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: **LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica**. 2009.

JOLY, C. A. & BICUDO, C. E. M. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX – Infraestrutura para conservação da biodiversidade, v.7. São Paulo, **FAPESP**. 1999.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 12. Ed. São Paulo: Malheiros. 2004. 1075p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2001. 143p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.

ROSA, R.; Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SALVADOR, J. L. G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **IPEF**, n.33, p. 73-78. 1986.

SANTA BÁRBARA D'OESTE. **Lei Municipal nº 2.717 de 12 de dezembro de 2002**. Disponível em: <<http://www.santabarbara.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 de junho de 2016.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 9.866, de 28 de novembro de 1997**. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=5976>>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2016.

SEADE - **Sistema Estadual de Análise de Dados**. 2012.

SKORUPA, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável.** Jaguariúna: Empara. 2003.

SILVA, J. A. A. et al. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo.** São Paulo: SBPC. 2012. 124p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, Campinas. V. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.

VELOSO, H. P.; RANGEL F.; A. L. R.; LIMA, J. C. A.. **Classificação da Vegetação Brasileira adaptada a um Sistema Universal.** Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123p.

VETTORAZZI, C. A.; **Técnica de Geoprocessamento no Monitoramento de Áreas Florestadas.** Piracicaba. Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. V.10, n.29, p.45-51, 1996.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental.** Rio de Janeiro: edição do autor, 2001. 227p.