



RICARDO RODRIGUES DE LIMA FILHO

**CONECTIVIDADE NA REGIÃO DE
ABRANGÊNCIA DA CETESB DE PAULÍNIA
COMO FERRAMENTA E ESTRATÉGIA DE
AUMENTO DA COBERTURA FLORESTAL E
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

LAVRAS – MG

2010

RICARDO RODRIGUES DE LIMA FILHO

**CONECTIVIDADE NA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DA CETESB DE
PAULÍNIA COMO FERRAMENTA E ESTRATÉGIA DE
AUMENTO DA COBERTURA FLORESTAL E
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

Monografia apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais, para a obtenção do título de especialista em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais.

Orientador

Prof. Ph.D. José Luiz Pereira de Rezende

LAVRAS - MG

2010

RICARDO RODRIGUES DE LIMA FILHO

**CONECTIVIDADE NA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DA CETESB DE
PAULÍNIA COMO FERRAMENTA E ESTRATÉGIA DE
AUMENTO DA COBERTURA FLORESTAL E
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

Monografia apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais, para a obtenção do título de especialista em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais.

APROVADA em ____ de junho de 2010.

Prof.: _____

Prof.: _____

Prof. Ph.D. José Luiz Pereira de Rezende
Orientador

LAVRAS - MG

2010

Dedico este trabalho a todos os seres vivos que não possuem RG mas que compõem a riquíssima diversidade da fauna e flora ainda existentes nos ecossistemas e biomas do planeta, em especial do nosso megadiverso Brasil, pelos incalculáveis e impagáveis serviços ambientais que ainda serão prestados gratuitamente por eles à humanidade. Dedico também às espécies infelizmente já extintas, sendo que muitos destas nem chegaram a ser conhecidas, mas que também tiveram sua benevolente contribuição para permitir um ambiente mais favorável a todas as espécies hoje viventes. Creio que toda a biodiversidade, no seu sentido mais amplo, seja a grande prova da existência de Deus, ou, talvez, a Sua maior obra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado a trilhar uma vida de trabalho dedicado ao para o meio ambiente, sendo este talvez o ramo mais nobre, pois remete também à dedicação e preocupação com a qualidade de vida da coletividade, pela busca ao almejado “meio ambiente ecologicamente equilibrado”.

Agradeço aos meus pais, Heloisa (*in memorian*) e Ricardo, por terem sido meus pais, e também pelos exemplos de honestidade, respeito, solidariedade e amor. São os maiores responsáveis pela minha formação profissional e pelos meus valores familiares e sociais. Tento me esforçar, dia-a-dia, para educar minha filha do mesmo modo como fui educado, repassando a ela, em conjunto com minha esposa, todos estes ensinamentos.

Agradeço aos meus irmãos, Beatriz e Cláudio, por serem justamente meus irmãos, por terem contribuído para a minha evolução pessoal e profissional e pelos mesmos exemplos de honestidade, respeito e amor.

Agradeço às minhas queridas esposa Lucinéia e filhinha Bianca, pela companhia, amor, compreensão e paciência para que eu pudesse elaborar o presente trabalho e realizar o curso de pós-graduação da UFLA.

Agradeço à CETESB pelo interesse e pela possibilidade de poder realizar o curso de pós-graduação na UFLA, e por fazer parte de seu quadro de funcionários, sonho este da época de estagiário e concretizado através de concurso público.

Agradeço aos engenheiros agrônomos Jerônimo e Minoru, e o geólogo Cláudio, por terem sido meus professores dentro do DEPRN, em Sorocaba/SP, onde adquiri grande parte dos conhecimentos junto aos aspectos florestais.

Agradeço a todos os profissionais das Agências Ambientais da CETESB de Sorocaba, Itu e Paulínia, por confiarem no meu trabalho junto à Agenda Verde destas agências, pelo coleguismo, troca de conhecimentos e experiências e pelas vivências sempre saudáveis no nosso ambiente de trabalho.

Agradeço ao gerente da CETESB de Paulínia, Lúcio, por ter confiado em mim para o desenvolvimento diário dos trabalhos na aplicação da Legislação Ambiental florestal, e por participar no plano de ação 2010/2020 da Agência.

Agradeço ao Professor José Luiz, pela orientação dada para a elaboração e finalização deste trabalho.

RESUMO

O Estado de São Paulo possui 0,88% e 15,35% do seu território ocupados por cobertura florestal remanescente dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, contra 14% e 83% originais, respectivamente. Mesmo com esta intensa devastação histórica, a biodiversidade paulista ainda surpreende por sua riqueza e por ainda sobreviver aos processos de fragmentação florestal. Para que esta biodiversidade não seja extinta definitivamente, imprescindíveis devem ser as ações que visem conectar os remanescentes florestais ainda existentes, e esta conectividade só se viabiliza quando compreendidas as dinâmicas da paisagem de uma dada região. As microbacias hidrográficas podem contribuir para esta compreensão, por serem unidades comuns no planejamento ambiental, e os SIG tornam-se fundamentais para conhecer estas dinâmicas. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi analisar diversos planos de informações ambientais e sociais sobrepostos, de mapas que compreendem a paisagem dos oito municípios da região de abrangência da CETESB de Paulínia/SP, e assim, propor microbacias, drenagens naturais e áreas permeáveis prioritárias para incrementar a conectividade florestal, observando e complementando as áreas prioritárias já definidas pelo Programa Biota/FAPESP, em parceria com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA). Os mapas municipais com os planos de informações utilizados foram obtidos junto ao aplicativo SIGAM/GEO, e os trabalhos de sobreposição e hierarquização em software editor de imagens. Após definidas e hierarquizadas nas escalas de 1 a 9 de prioridade, as áreas foram sobrepostas no Google Earth, gerando arquivos em formato (.kmz), de fácil visualização e acesso a toda a sociedade e órgãos públicos que podem possuir eventual interesse nos resultados obtidos.

Palavras-chave: Fragmentação florestal. Conectividade. Conservação da biodiversidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Biomias brasileiros, com destaque para o Cerrado e a Mata Atlântica, no Estado de São Paulo.	16
Figura 2	Mapa “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, do Programa Biota/FAPESP.	42
Figura 3	Localização das sub-bacias e dos municípios da região de estudo.	44
Figura 4	Mapa Geológico do Estado de São Paulo”, Folha SF-23-Y-A - Campinas, escala 1:250.000.....	47
Figura 5	Solos na região de estudo: Latossolos Vermelho, Vermelho-Amarelo e Gleissolos Háplicos.....	49
Figura 6	Precipitações das sub-bacias inseridas na área de estudo.....	52
Figura 7	Localização da APA Piracicaba Juqueri/Mirim.	55
Figura 8	Demanda de água e tipo de uso nas bacias PCJ.	56
Figura 9	Região de estudo sem tratamento de imagem, com as redes de drenagem e os remanescentes florestais.	63
Figura 10 e 11	Região de estudo com tratamento de imagem através da coloração da APA Piracicaba Juqueri-Mirim e a zona de amortecimento da ARIE da Mata Santa Genebra, à esquerda, e das áreas prioritárias para incremento da conectividade, do programa Biota/FAPESP, à direita.	63
Figura 12	Região após sobreposição das Escalas de 1 à 4 (planos de informação).	64
Figura 13	Municípios e suas áreas urbanas.	64

Figura 14	Microbacias hidrográficas e drenagens prioritárias para incremento da conectividade.....	65
Figura 15	Superposição dos Mapas das Áreas Prioritárias no Google Earth.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Municípios da região de estudo e sua localização nas bacias e sub-bacias hidrográficas.	45
Tabela 2	Formações geológicas da região de estudo.	47
Tabela 3	Tipos de Solo e Fragilidade.	50
Tabela 4	Índices climáticos da região de estudo.	51
Tabela 5	Diagnóstico resumido dos municípios da região de estudo.	54
Tabela 6	Índices de cobertura florestal dos municípios da região de estudo.	59
Tabela 7	Critérios para escolha do grau de prioridade para recuperação florestal visando conectividade.	62
Tabela 8	Quantificação das Áreas Prioritárias de Escala 9 e Áreas Permeáveis para Conectividade.	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Fauna e Flora: Diversidade Biológica da Região de Estudo	16
3.2	Serviços Ambientais Prestados pela Biodiversidade	21
3.3	Estrutura da Paisagem e Fragmentação Florestal: Importância da Permeabilidade da Matriz e do Incremento da Conectividade	23
3.4	Tutela Jurídica para os Biomas Mata Atlântica e Cerrado e para as Áreas Especialmente Protegidas	34
3.4.1	Mata Atlântica	34
3.4.2	Cerrado	36
3.4.3	Áreas Especialmente Protegidas	37
3.5	Gestão Ambiental em Sub-bacias Hidrográficas e Estratégias para a Conservação da Biodiversidade	37
3.6	CETESB	38
3.7	Programa Biota/FAPESP	40
3.8	Sistemas de Informações Geográficas (SIG)	43
4	MATERIAIS E MÉTODOS	44
4.1	Caracterização da Região de Estudo	44
4.1.1	Geologia	46
4.1.2	Geomorfologia	48
4.1.3	Pedologia	49
4.1.4	Climatologia e Pluviometria	51
4.1.5	Hidrografia e Águas Subterrâneas	52
4.1.6	Características Político-Administrativas	53
4.1.6.1	Histórico	54
4.1.6.2	Unidades de Conservação	55
4.1.6.3	Abastecimento de Água, Coleta, Afastamento e Tratamento de Esgotos Domésticos e de Efluentes Líquidos Industriais	56
4.1.6.4	Vegetação	58
4.2	Obtenção dos Dados de Análise	59
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
6	CONCLUSÃO	73
	REFERÊNCIAS	76
	ANEXOS	87

1 INTRODUÇÃO

Quase um terço das florestas tropicais do planeta são brasileiras, característica que eleva o Brasil ao status de grande guardião da biodiversidade, com aproximadamente 20% todas as espécies vegetais e animais planetárias (Ayres, 2005). Inseridos nestas florestas e demais formações de vegetação nativa estão os biomas Mata Atlântica e Cerrado, dois dos 34 “*hotspots*” do planeta, pela altíssima riqueza de espécies, muitas endêmicas, e por ser reconhecido internacionalmente como dos mais ameaçados (MMA, 2006).

A Mata Atlântica, mais antigo bioma tropical do Brasil, com estimados setenta milhões de anos (Leitão Filho, 1982¹ *apud* Dário, 1999, p. 4), é um dos mais complexos e megadiversos da Terra (MMA, 2006), sendo que as atividades humanas na sua área de ocorrência, nos últimos 510 anos, culminaram em trágicos e, para muitos, irreversíveis índices de fragmentação dos seus habitats. Hoje seus remanescentes florestais ficam entre 5% a 8,4% (Gheler-Costa, 2006); (Umetsu, 2005); (Naxara, 2008); (Martensen, 2008); (Costa, 2006); (Machado, 2007); (Mendes, 2004); (Fleury, 2009); (Nakano-Oliveira, 2006); (de Andrade, 2009); (Condez, 2008); (Martins, 2009); (Boscolo, 2007); (Ciocheti, 2007); (Gaspar, 2005). Já o Cerrado nasceu há aproximadamente dez milhões de anos, com diversificação de sua flora nos últimos quatro milhões de anos, resultando na savana mais rica do mundo em diversidade de espécies (Ciência Hoje, 2009), com patrimônio genético tão importante quanto ao da Mata Atlântica, e com território remanescente de 43% dos 204 milhões de hectares (ha) originais (Margit, 2004).

¹ DARIO, F. R. Influência de Corredor Florestal Entre Fragmentos de Mata Atlântica Utilizando-se a Avifauna como Indicador Ecológico. 1999, 156p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

No território do Estado de São Paulo, as fisionomias vegetais do bioma Mata Atlântica ocupavam 83%, e as do Cerrado 14% (Joly et al., 2008² *apud* Miachir, 2009, p.13), porém, hoje a cobertura florestal nativa não ultrapassa 15,35% (3.810.252 ha) e 0,88% (217.513 ha), respectivamente, conforme recente levantamento da cobertura vegetal natural do estado, coordenado pelo Instituto Florestal, órgão vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), do Governo do Estado de São Paulo (Instituto Florestal, 2010). Ao compilar estes dados para os oito municípios que compõem a região de abrangência da CETESB de Paulínia, verifica-se que esta superfície do território abriga cobertura florestal remanescente de apenas 14.078 ha (10,72%) dos originais 100% de Mata Atlântica, além de meros 20 ha de Cerrado (Miachir, 2009), ou 0,14% da cobertura remanescente. Estes números, por si só já refletem a importância de ações de conservação e restauração da biodiversidade.

Mesmo com a drástica fragmentação destes biomas, ainda é impressionante a grande diversidade de flora (Mendes, 2004; Miachir, 2009) e fauna (Penteado, 2006; Martensen, 2008), no entanto, a expansão da agricultura e da densidade demográfica, exigem urgentes e crescentes pesquisas, tais como as que envolvem a estrutura da paisagem, como subsídios científicos para identificar áreas prioritárias para planejamento de políticas públicas e ações de conservação e restauração (Metzger & Casatti, 2006).

Como exemplos destas ações estão a implantação de trampolins ecológicos (*stepping stones*), corredores ecológicos e o aumento de matrizes permeáveis (Collinge, 1998³;

² JOLY, C. A. et. al. Histórico do Programa BIOTA/FAPESP: O Instituto Virtual da Biodiversidade. In: RODRIGUES, R. R. et. al. Diretrizes para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente/Instituto de Botânica, São Paulo, p.46-55, 2008.

³ COLLINGE, S. K. Spatial arrangement of habitat patches and corridors: clues from ecological field experiments. *Landscape and Urban Planning*, 42, p.157-168, 1998.

Laurance & Laurance, 1999⁴; Metzger, 2000⁵; Godefroid & Koedam, 2003⁶ *apud* Pivello, 2006, p. 846). Costa (2004) ratifica a implantação de corredores ecológicos como ação essencial para conectividade e conservação de remanescentes florestais isolados em longo prazo.

A conectividade apresenta-se com ainda maior relevância quando o objetivo é aumentar os serviços ambientais prestados pelas florestas em pé, como produção de água nas cabeceiras das bacias hidrográficas, ou quando se leva em consideração algumas espécies animais, como dos grandes carnívoros, que, por estarem no topo da cadeia alimentar e necessitarem de extensas áreas de vida, possuem alto risco de extinção em paisagens fragmentadas. Podem-se citar as áreas de vida do cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), que varia entre 54 e 207 ha (Nakano-Oliveira, 2006), da onça-parda (*Puma concolor*), entre trinta e 155 ha (Mazzei, 2007) e da onça-pintada (*Phantera onça*), maior carnívoro do Brasil, que pode ser ainda maior, pois Penteadó (2006) a identificou apenas na maior floresta estudada, com 15.000 ha.

A extinção destes e de outros predadores de topo leva à quebra de vários ciclos ecológicos, inclusive com perda de espécies vegetais, devido à diminuição da predação de herbívoros (Nakano-Oliveira, 2006) e ao aumento populacional de mesopredadores, também pela predação ou competição (Penteadó, 2006).

⁴ LAURANCE, S. G. & Laurance, W.F. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological Conservation*, 91, p.231-239, 1999.

⁵ METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. *Ecological Applications*, 10(4), p.1147-1161, 2000.

⁶ GODEFROID, S. & KOEDAM, N. How important are large vs. small forest remnants for the conservation of the woodland flora in an urban context? *Global Ecology & Biogeography*, 12, p.287-298, 2003.

Quando estes fatores são associados ao mosaico de remanescentes florestais pequenos e isolados do Estado de São Paulo, resultam em ausência de grande parte da fauna, fazendo com que muitos destes remanescentes não cumpram os seus papéis ecológicos plenos (Spínola, 2008).

Para Redford (1992), habitats aparentemente preservados estão condenados a desaparecer pela simples ausência da fauna, tanto em diversidade quanto abundância. Florestas isoladas, quase sempre, não são auto-sustentáveis, pois o isolamento dificulta o fluxo gênico de fauna e flora.

Costa (2006) enfatiza que planejar ações de conservação destes habitats requer compreender as dinâmicas de paisagens em regiões altamente fragmentadas, bem como dos fatores sócio-ambientais envolvidos, muitas vezes difíceis de serem previstos ou mensurados. Analisar a paisagem é fundamental para o planejamento e a conservação em regiões fragmentadas, e conhecer as variáveis entre as matrizes e os habitats é de suma importância para a conservação biológica (Umetsu, 2005), pois a permeabilidade das matrizes é tão ou mais importante do que os corredores ecológicos (Muchailh, 2007).

Metzger & Casatti (2006) destacam a importância da análise da paisagem com objetivo de adotar ações para conservar a biodiversidade no nível de bacias hidrográficas, sendo ratificado por (Moulton & de Souza, 2010), que conclui que a bacia pode ser utilizada para planejamento e conservação ambiental, pela característica de ser uma unidade natural. Para Conservation International (2010), ações de planejamento em escala regional podem contribuir para conservar a fauna e flora em longo prazo, e o uso de “corredor de biodiversidade” desponta como a mais promissora destas ações.

A análise da paisagem identifica a dependência entre suas unidades (interações do uso dos espaços nos processos biológicos) e o grau de isolamento ou de conectividade entre remanescentes (Metzger, 2001).

Para esta análise, Muchailh (2007) recomenda os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois geram resultados de fácil visualização e permitem avaliar as características bióticas e abióticas de diferentes mapas temáticos. Mendes (2004) cita diversos autores que utilizaram interpretação de imagens de satélite em estudos de vegetação. Segundo (Russo, 2009), os SIG despontam cada vez mais como ferramenta para interpretar informações contidas em mapas com diferentes planos de informações.

O primeiro e maior passo já foi dado para a adoção de políticas públicas de conservação de natureza, através dos resultados do Programa Biota/FAPESP, oriundo de uma parceria sem precedentes entre instituições de ensino e pesquisa e órgãos públicos responsáveis pela tomada de decisão, em especial, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) (FAPESP, 2010; BIOTA, 2010). Esta parceria culminou na elaboração de diversos mapas, sendo que o principal deles, denominado “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, que, atrelado à Diplomas Legais existentes, são as ferramentas que disciplinam a análise dos pedidos de autorização para supressão de vegetação florestal nativa e das compensações ambientais exigidas, no âmbito da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), responsável pelo Licenciamento Ambiental.

O segundo passo deverá ser a elaboração de mapas e políticas públicas semelhantes, em escalas regionais, obedecendo as áreas prioritárias levantadas em nível estadual, o que reforçará a sua implementação nas escalas local e regional, observadas as peculiaridades intrínsecas regionais, e remeterá ao conhecido jargão da área ambiental: “pensar globalmente e agir localmente”.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral é identificar e propor a seleção de áreas prioritárias para conectar remanescentes florestais na paisagem de três sub-bacias hidrográficas, através da análise estrutural da paisagem da região de abrangência de uma das 56 Agências Ambientais da CETESB, observando as áreas prioritárias já definidas no âmbito do Estado de São Paulo e demais áreas elencadas por outros estudos, como ferramenta para a conservação e restauração da biodiversidade no plano regional da área de estudo.

Os objetivos específicos foram:

- a) Analisar a região de abrangência da Agência Ambiental da CETESB de Paulínia sob a ótica da conservação e restauração da vegetação florestal nativa;
- b) Utilizar e propor a adoção deste trabalho como projeto piloto para as demais Agências Ambientais da CETESB no Estado de São Paulo, pelo fato de que a proposta metodológica deste estudo objetivou adotar os SIG e mapas temáticos atualmente disponíveis nas agências ambientais descentralizadas, como ferramenta que possa ser exequível dada as realidades regionais destas agências ambientais;
- c) Gerar informações básicas necessárias para conservação e restauração florestal, e compilá-las para que este primeiro trabalho possa iniciar o envolvimento dos demais atores sociais existentes na região objeto deste estudo, principalmente os órgãos ambientais municipais, na revisão destes dados e aplicação prática para implantação de ações que visem a conservação da biodiversidade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fauna e Flora: Diversidade Biológica da Região de Estudo

O Estado de São Paulo abriga dois grandes biomas predominantes, a Mata Atlântica e o Cerrado.

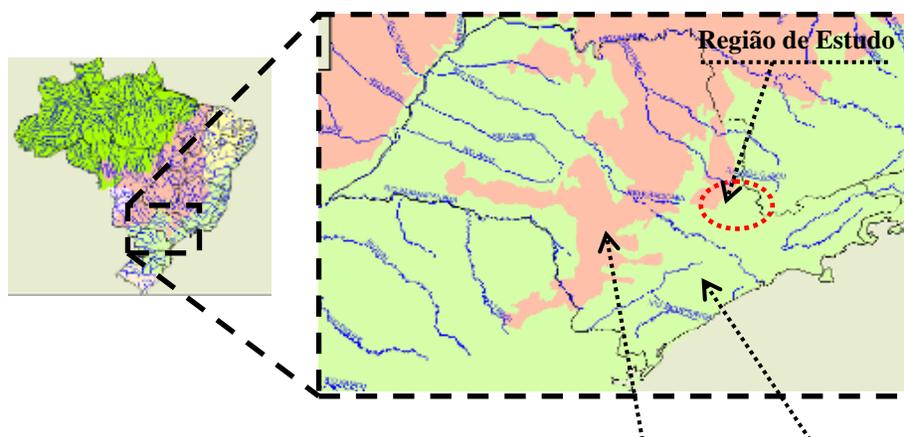


Figura 1 Biomas brasileiros, com destaque para o Cerrado e a Mata Atlântica, no Estado de São Paulo.

Fonte: IBGE, 2009.

A região objeto deste estudo perfaz o território de abrangência da Agência Ambiental da CETESB de Paulínia, a qual engloba oito municípios em três sub-bacias hidrográficas, dos rios Atibaia, Camanducaia e Jaguari e está quase que totalmente inserida na área de domínio do bioma Mata Atlântica, com exceção de pequeno trecho localizado na porção oeste de um dos municípios que a compõe, Paulínia. Nesta porção ocorre zona de tensão ecológica entre a floresta estacional semidecídua e o Cerrado. Tendo em vista que estes biomas normalmente detêm grande diversidade biológica, a região de interesse pode também abrigar abundante diversidade de espécies.

Se esta hipótese for confirmada, através de pesquisas sobre a composição florística e faunística realizadas por outros autores, poderá haver dados biológicos fundamentais para que os objetivos deste estudo se concretizem.

Procurou-se, então, realizar revisão bibliográfica sobre a existência de pesquisas de levantamentos de dados biológicos já realizados na região em questão e demais regiões circunvizinhas, desde que com as mesmas características ambientais e ecológicas, destacando os dados destas pesquisas quanto à possível riqueza de espécies que esta parcela do território paulista ainda reserva, de forma a subsidiar a imprescindível e premente necessidade de propor novas ações estratégicas para a preservação e restauração destes recursos naturais.

As três sub-bacias parcialmente abrangidas pela CETESB de Paulínia estão inseridas nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (bacias PCJ), definidas administrativamente como Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 05). Segundo (Martins, J. P. et al., 2005), as bacias PCJ detém cerca de 454 espécies da fauna, sendo trezentas de aves, 64 de mamíferos, quarenta de anfíbios e 52 de répteis, até então identificadas, e muitas ameaçadas de extinção, tais como a onça-parda (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), lontra (*Lontra longicaudis*), furão (*Galictis cuja*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), sagüi-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*), bugio (*Alouatta guariba*), paca (*Agouti paca*), gavião-pega-macaco (*Spizaetus tyrannus*), pica-pau-rei (*Campephilus robustus*), papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*), urubu-rei (*Sarcoramphus papa*), urutu (*Bothrops alternatus*) e cágado pescoço-de-cobra (*Hydromedusa-tectifera*).

Gaspar (2005) estudou a composição da fauna na Mata do Ribeirão Cachoeira, remanescente florestal localizado no município de Campinas, adjacente à região do presente estudo, inserida na sub-bacia do Rio Jaguari, e identificou 33 diferentes espécies. Este estudo apontou quatro espécies de primatas: sagui-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*), sauá (*Callicebus nigrifrons*), macaco-prego (*Cebus nigritus*) e bugio (*Alouatta guariba*); dez de roedores: ouriço (*Coendou villosus*), paca (*Agouti paca*), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), esquilo (*Sciurus aestuans*), rato-do-mato (*Oligoryzomys nigripes*), rato-do-chão (*Akodon montensis*), rato-da-árvore (*Rhipidomys mastacalis*), rato-d'água (*Nectomys squamipes*); duas espécies de ratos: (*Rattus rattus* – exótico, e *Oecomys* cf. *concolor*); três de marsupiais: (*Gracilinanus microtarsus*), gambá-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) e a cuíca-lanosa (*Caluromys philander*); 11 de carnívoros: lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), onça-parda (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), lontra (*Lontra longicaudis*), jaguarundi (*Herpailurus yaguaroundi*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), irara (*Eira bárbara*), furão (*Galictis cuja*), mão-pelada (*Procyon cancrivorous*), quati (*Nasua nasua*) e cachorro doméstico (*Canis familiaris*). Outras espécies, como veado (*Mazama* cf. *guazoubira*), tapiti (*Silvilagus brasiliensis*) e tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) também foram confirmados. Para o autor, o levantamento realizado comprova a alta riqueza da fauna, que utilizam este habitat como abrigo, inclusive de espécies ameaçadas de extinção (sauá, bugio, paca, lobo-guará, onça-parda, jaguatirica e lontra), mesmo levando em consideração o isolamento deste remanescente florestal e sua proximidade com a segunda maior região metropolitana do Estado de São Paulo.

Mazzei (2007) cita que a fragmentação natural e a degradação ambiental criam barreiras geográficas para as espécies, e que o bioma Mata Atlântica, no Estado de São Paulo, apresenta a maior relação espécies x área.

Outro trabalho científico realizado em diversos remanescentes florestais do Estado de São Paulo, com áreas de cobertura florestal entre 12 ha e 15.000 ha, incluindo a “Mata do Topo”, com apenas 50 ha e localizada na Fazenda Malabar, em Morungaba, um dos oito municípios que compõem a área de abrangência da CETESB de Paulínia, identificou espécies de topo de cadeia e ameaçadas de extinção, tais como onça-parda (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), e ainda, gato-mourisco (*Herpailurus yaguarundi*), guaxinim (*Procyon cancrivorus*), *Galictis* sp., *Didelphis* sp. Das 14 espécies encontradas nas florestas estudadas, nove ocorreram neste remanescente. O estudo indica também que a espécie lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), de ocorrência do Bioma Cerrado e encontrado apenas neste remanescente florestal (Mata do Topo), está ocupando áreas de Mata Atlântica devido à drástica redução de seus habitats originais (Penteado, 2006), conforme os números preocupantes de fragmentação anteriormente abordados.

Os estudos de Gaspar (2005) e Penteado (2006) reforçam a tese de que alguns remanescentes florestais da região metropolitana de Campinas ainda reservam grande diversidade de espécies da fauna. A presença de médios e grandes mamíferos, e em especial, médios e grandes carnívoros, como constatadas nas pesquisas realizadas e acima citadas, traz a possibilidade de que remanescentes florestais existentes na região ainda detém um certo equilíbrio ecológico, mesmo que em declínio, tendo em vista a extrema pressão econômica e social que estes remanescentes sofrem nesta que é uma das maiores regiões metropolitanas do país, em densidade populacional e desenvolvimento econômico.

Gheler-Costa (2006) identificou em seu estudo, na microbacia hidrográfica do Rio Passa-Cinco, sub-bacia do Rio Corumbataí, bacias PCJ e, portanto, vizinha à área do presente estudo, apenas 11 espécies de pequenos mamíferos, sendo cinco de roedores: rato-da-árvore (*Rhipidomys mastacalis*), rato-do-mato (*Oligoryzomys nigripes*), ratos silvestres (*Calomys tener* e *Bolomys lasiurus*), rato-do-chão (*Akodon montensi*); e três de marsupiais: cuíca (*Gracilinanus microtarsus*), gambá (*Didelphis albiventris*) e *Rhipidomys mastacalis*. O autor conclui que a baixa riqueza de espécies deve-se à fragmentação e perda de habitat, ficando, em regiões de cana-de-açúcar e eucalipto, apenas espécies generalistas e oportunistas. Outro levantamento realizado em região próxima a Campinas, com maior cobertura florestal nativa, identificou 62 espécies diferentes de aves, número que representa relativa abundância e está associado a maior proximidade e conectividade dos remanescentes florestais (Martensen, 2008).

Sobre levantamentos da flora da região diretamente afetada pelo presente estudo, pode-se destacar o trabalho de Miachir (2009), que identificou 447 espécies arbustivas e arbóreas nativas de ocorrência regional em 104 remanescentes florestais de apenas um dos oito municípios de interesse, Paulínia. Estes remanescentes florestais somados ocupam 632,22 ha e são, basicamente, compostos pela floresta estacional semidecídua, do bioma Mata Atlântica, com apenas seis remanescentes florestais de Cerrado. A autora verificou que a área de Cerrado perfaz apenas 22,49 ha, sendo que o maior remanescente não ultrapassa 8 ha, porém, a área deste bioma ainda reserva noventa espécies arbóreas e arbustivas, o que representa grande abundância apesar do alto grau de isolamento e do impacto ambiental negativo inerente à sua localização, inserido no distrito industrial e pólo petroquímico do município, o maior do país.

3.2 Serviços Ambientais Prestados pela Biodiversidade

O valor que a biodiversidade representa para o planeta e os seres humanos é demonstrado claramente por ela mesma, pois envolve milhões de anos de evolução, que resultou na magnífica diversidade de espécies, de recursos genéticos e dos sistemas naturais formados, ou ecossistemas, todos como parte do sentido amplo da palavra Biodiversidade, bem como do mundo natural que deve continuar existindo e evoluindo. Outros valores associados são de ordem econômica e social, direcionados aos serviços ambientais prestados pelos sistemas naturais (Alho, 2008). A exploração da floresta logo após o descobrimento do Brasil, por exemplo, com exportação com fins comerciais de madeira florestal, principalmente da espécie pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), bem como o uso da madeira para construção e fins energéticos (Fiszon, 2003), teve fundamental importância para a economia de toda a Europa na época.

Estes serviços ambientais podem ser diretos, claramente associados à obtenção destes recursos na natureza, como madeira, alimentos, produtos processados a partir de matérias-primas naturais e até os benefícios gerados atualmente pela biotecnologia e a obtenção e descoberta de princípios ativos medicinais e cosméticos, ou indiretos, os quais envolvem serviços ambientais mais amplos gerados pelos ecossistemas, tais como regulação do clima, ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo, regime hidrológico, melhoria na qualidade do ar pela remoção natural de poluentes (Alho, 2008), fontes de energias limpas e/ou renováveis, dentre outros.

Um exemplo de serviço ambiental indireto é o da floresta amazônica, que contribui para todo o sistema hidrológico e climático de grande parte do território sul-americano, sendo a principal responsável pela quantidade de água translocada pela atmosfera até o centro-oeste, sudeste e sul do Brasil.

Já as nascentes encontradas na Mata Atlântica formam rios que abastecem aproximadamente 70% da população brasileira, e o Cerrado é o berço de alguns dos principais rios brasileiros, como o Xingu, Araguaia e Tocantins, que abastecem as bacias do Amazonas, Prata e São Francisco (Alger, 2003).

Ainda, mais de 30% das grandes cidades do mundo dependem de florestas protegidas para fornecimento de água em quantidade e qualidade. As florestas em pé minimizam erosões e o carreamento de sedimentos do solo para a água, além de servirem como filtros de poluentes diversos, principalmente pesticidas. Estes serviços ambientais diminuem drasticamente os gastos com tratamento da água para consumo. Em Nova Iorque e regiões vizinhas, por exemplo, a proteção e gerenciamento das florestas localizadas nas bacias hidrográficas produtoras de água ficam mais baratos do que tratar a água captada por estas bacias para o consumo humano. Lá, 75% da área abrangida pelos mananciais de água possuem cobertura florestal preservada (WWF, 2010).

Contudo, os serviços prestados pelas florestas não seriam possíveis sem a presença da fauna destas regiões florestais, pois grande parte das espécies vegetais dependem da fauna para polinização, dispersão de sementes, decomposição de matéria orgânica, com consequente ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo (Tabarelli et. al, 2010).

Infelizmente as pressões sobre a biodiversidade só aumentam, com risco dos sistemas naturais entrarem em colapso, bem como os serviços ambientais prestados por estes. As perdas econômicas e sociais com a diminuição cada vez mais acentuada dos serviços ambientais prestados pela biodiversidade são, com isso, crescentes e preocupantes.

O desmatamento e a degradação das florestas podem remeter a prejuízos da ordem de 2 à 4,5 trilhões de dólares ao ano, ao passo que investimentos de apenas 1% deste valor, no mesmo período, seriam suficientes para evitar estes prejuízos e preservar os sistemas naturais (de Afrodite et. al, 2010).

3.3 Estrutura da Paisagem e Fragmentação Florestal: Importância da Permeabilidade da Matriz e do Incremento da Conectividade

A fragmentação florestal nada mais é do que o ato de dividir sucessivamente o todo ao meio, de forma que fique sempre separado em partes, sendo, provavelmente, a mais profunda alteração causada à natureza pelo homem (Cerqueira, 2003). Estas partes, até que sejam novamente separadas por novos processos de fragmentação, tornam-se remanescentes florestais, ou manchas de vegetação. Quando novamente fragmentados, estes remanescentes formam novos fragmentos, e, quando o desmatamento ocorre sem fragmentação, o dano resultante é a redução da cobertura florestal do remanescente afetado pela degradação ambiental. Neste contexto, chamar todo remanescente florestal ou mancha de vegetação em fragmento florestal torna-se tecnicamente não muito correto, pois uma mancha ou remanescente só pode ser chamado de fragmento quando a ação for dividir este remanescente em duas ou mais partes, ou manchas, e a fragmentação tiver ocorrida num intervalo de tempo muito curto.

Esta alteração danosa do ambiente, mais intensivamente gerada pelo homem, é a principal causa de extinção de espécies (Fahrig, 2003⁷ *apud* Metzger, 2006, p. 11), e, portanto, uma ameaça à biodiversidade (Miachir, 2009).

Segundo Metzger (2002), 59,28% representam o limite de remanescentes florestais para que uma região qualquer possa mantêm um mínimo de equilíbrio ecológico. Abaixo desta porcentagem, a fragmentação florestal e o isolamento dos remanescentes resultam na possibilidade de conectividade proporcionalmente menor.

⁷ FAHRIG, L. Effects of hábitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34, p.487-515, 2003.

Para Primack & Rodrigues (2001), a fragmentação de habitats isola comunidades, com risco de extinção destas devido a maior probabilidade de incêndios, doenças, problemas decorrentes da redução de variabilidade genética (aumento do risco de cruzamento entre parentes de uma mesma espécie), além da redução das áreas de dispersão e colonização e da capacidade de suporte do habitat pela escassez dos recursos antes disponíveis (competição pelos recursos restantes). Metzger & Casatti (2006) alertam que todo remanescente isolado está condenado à perda progressiva da biodiversidade devido a diversos fatores de perturbação, inicialmente no entorno, e, posteriormente, em todo o remanescente.

Como fatores negativos do entorno, citam-se os efeitos de borda, que podem ocupar uma extensão de 35 metros em projeção horizontal no sentido borda / núcleo do remanescente florestal (Muchailh, 2007).

Costa (2006) salienta que estes efeitos causam a diminuição da biodiversidade, e Araújo & Tejerina-Garro (2007) citam que os efeitos afetos à fragmentação florestal contribuem negativamente para a riqueza inclusive da fauna aquática.

Todas estas consequências negativas da fragmentação florestal geram e/ou aumentam a defaunação, acarretando alterações na riqueza de espécies vegetais dos remanescentes florestais. A falta de mamíferos de médio e grande porte, por exemplo, favorece o crescimento de pequenos animais frugívoros, o que possibilita o aumento do reencontro de sementes de espécies zoocóricas então enterradas por estes animais (Costa, 2004). Florestas fragmentadas também sequestram menor quantidade de carbono da atmosfera. Um remanescente florestal isolado, de 1 km², por exemplo, capta 40% menos carbono do que uma mesma área florestada dentro de um remanescente florestal maior (Ciência Hoje, 2010).

Com isto, Metzger (2002) reacende um amplo debate ocorrido no passado: o dilema ecológico de ter que eventualmente escolher entre preservar uma extensa área florestal contínua ou diversos e pequenos remanescentes florestais isolados com a mesma área total. O autor conclui que, se o objetivo for perpetuar a conservação de todas as espécies de um dado ecossistema, principalmente as da fauna silvestre, o que inclui espécies que necessitam de grandes áreas de vida, não há dúvida de que o melhor é garantir a preservação de uma grande área ao invés de muitas áreas florestais pequenas e isoladas.

Em paisagens fragmentadas e com predomínio de pequenos remanescentes florestais, grandes áreas contínuas de vegetação florestal nativa são fundamentais para conservar populações viáveis de espécies com hábitos unicamente florestais, funcionando como fonte de propágulos para as pequenas áreas de vegetação do entorno (Martensen, 2008). A abundância de espécies é proporcionalmente reduzida juntamente com a diminuição do habitat destas espécies (Cerqueira, 2003).

Martensen (2008), em sua pesquisa com 4.818 aves de 117 espécies, em 53 remanescentes florestais entre 2,06 e 158,45 ha, verificou que a avifauna revela comportamento de um padrão de vida mais favorável em paisagens com remanescentes florestais próximos (distâncias inferiores a trinta metros) ou conectados, o que possibilita o uso de mais de um local da paisagem para a sobrevivência deste grupo da fauna. O estudo também considerou que alguns grupos de espécies são beneficiados em remanescentes florestais com grandes áreas, e, pela lógica, são prejudicados pela fragmentação de seus habitats. Paisagens com maior proporção de remanescentes florestais reservam também maior diversidade de espécies.

Cabe citar também a pesquisa realizada por Uezu (2006), que indicou que as espécies de aves mais sensíveis à fragmentação florestal dependem, principalmente, de grandes remanescentes florestais ou de áreas de florestas

contínuas na paisagem, as quais concentram maior riqueza e diversidade de espécies, e contribuem para manter a diversidade de avifauna, característica inversamente proporcional da observada em pequenos e médios remanescentes.

A disponibilidade de água é outro impacto negativo da fragmentação florestal. Souza (2005) cita que, na sub-bacia do Rio Jaguari, no trecho por ele estudado, entre Morungaba e Jaguariúna, a disponibilidade mostrou-se crítica devido à baixa cobertura florestal atual, baixo índice de tratamento de esgotos e a baixa qualidade das águas, sendo que estes fatores associados podem comprometer o abastecimento de água na região em curto espaço de tempo. Para melhorar a produção de água, o Plano Diretor para Recomposição Florestal nas bacias PCJ (CBH – PCJ, 2005) fixa como áreas prioritárias as matas ciliares, principalmente de nascentes, o que favorece também a conservação do solo.

Solos de áreas fragmentadas também devem receber uma gestão especial como recurso natural não renovável, pois, nestas áreas, eles se perdem rapidamente. Os tipos de solos podem ser considerados na classificação de vulnerabilidade de uma área quando há processos modificadores do relevo, os quais inibem a possibilidade dos processos naturais de pedogênese, ou seja, solos bem desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos, normalmente encontrados em áreas com vegetação florestal nativa preservada (Crepani et al, 2001⁸ *apud* Muchailh, 2007, p. 12).

Desta forma, para restaurar e perpetuar a conservação da biodiversidade em regiões densamente ocupadas pelas atividades humanas, tais como núcleos urbanos e atividades agrosilvipastoris, deve-se estudar a complexidade dos tipos de uso do solo destas áreas, tanto por ações e variáveis antrópicas quanto naturais, através de uma ciência relativamente nova denominada Ecologia da Paisagem.

⁸ CREPANI, E. et. al. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. SAE/INPE, São José dos Campos, 2001.

A complexidade dos tipos de uso do solo, quando definida para uma determinada área e por um determinado observador, pode ser considerada como uma paisagem que envolve todos os aspectos observados. Para Moulton & de Souza (2010), a paisagem tem como unidade mais básica a bacia hidrográfica, unidade espacial pré-definida topograficamente pelas cotas de maior altitude (divisores de água), onde as águas de chuva convergem para corpos d'água interligados, que por sua vez deságuam para uma mesma saída, características que favorecem o fluxo e interação de partes do meio ambiente, local e regionalmente.

Esta paisagem é moldada pelas redes de drenagem, as quais remetem a padrões topográficos, geoquímicos, climáticos e de vegetação, e, quanto maior a fragmentação desta vegetação, proporcional devem ser as ações que aumentem a conexão de florestas isoladas (Moulton & de Souza, 2010).

Para de Britez (2003), o uso da abundante rede hidrográfica do território brasileiro para conectar remanescentes florestais isolados, utilizando-se as microbacias hidrográficas, por serem unidades geográficas básicas, torna-se extremamente pertinente, assim como o adequado manejo do entorno dos remanescentes florestais como prática necessária à conservação destas manchas remanescentes.

Segundo Metzger (2001), a paisagem resume-se a unidade visual que depende de um observador e uma escala de observação, e a Ecologia da Paisagem, enquanto ciência, visa estudar as inter-relações das unidades culturais (atividades humanas) e naturais (rios, vegetação, relevo) que compõem um mosaico qualquer, ou seja, matriz, corredores, remanescentes florestais e demais elementos e padrões espaciais destes sobre a biodiversidade ali contida.

Metzger (2001) também define alguns termos usados em ecologia da paisagem:

Conectividade: Capacidade da paisagem (ou das unidades da paisagem) de facilitar os fluxos biológicos. A conectividade depende da proximidade dos elementos de habitat, da densidade de corredores e “stepping stones”, e da permeabilidade da matriz.

Corredores: Áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e que apresentam disposição espacial linear. Em estudos de fragmentação, considera-se corredor apenas os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados.

Matriz: Unidade da paisagem que controla a dinâmica da paisagem (Forman 1995). Em geral essa unidade pode ser reconhecida por recobrir a maior parte da paisagem (i.e., sendo a unidade dominante em termos de recobrimento espacial), ou por ter um maior grau de conexão de sua área (i.e., um menor grau de fragmentação). Numa segunda definição, particularmente usada em estudos de fragmentação, a matriz é entendida como o conjunto de unidades de não-habitat para uma determinada comunidade ou espécie estudada.

Paisagem: Mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação. Uma paisagem pode se apresentar sob forma de mosaico, contendo manchas, corredores e matriz, ou sob forma de gradiente. (Metzger, 2001, p. 7-8)

Perceber a paisagem do ponto de vista e da escala de espécies, analisar o mosaico como um todo, incluindo a permeabilidade da matriz, e identificar os remanescentes e escolher as conexões-chave não são tarefas facilmente compreendidas e/ou colocadas em prática (Metzger, 2006).

Metzger & Casatti (2006) destaca que dados abióticos e de cobertura do solo da paisagem são indicadores indiretos da situação da biodiversidade em uma paisagem, e, mesmo sendo arbitrários, estes dados são fundamentais para comparar diferentes cenários e avaliar a contribuição de florestas a serem elencadas para o atendimento das metas impostas para definir o arranjo das áreas de conectividade. Para estes autores, a ausência de dados biológicos, principalmente em florestas tropicais, onde a diversidade de espécies é elevada, limita a definição mais precisa destas áreas.

Assim, para analisar a paisagem com vistas à conservação da biodiversidade, quando os estudos e dados biológicos regionais são escassos, Metzger (2006) propõe uma abordagem pragmática sobre a estrutura da paisagem, procurando priorizar remanescentes florestais grandes e bem conectados. O autor destaca que para a classificação e a hierarquização da permeabilidade da matriz, deve ser levado em consideração a similaridade dos tipos de matrizes com relação ao habitat que se quer conectar, aumentando sua área efetiva e retornando suas funções ecológicas.

Como exemplo, considera-se que florestas estacionais semidecíduas nos estágios médio e avançado de regeneração têm maior similaridade com as florestas ombrófilas densas, e que culturas de eucaliptos têm maior similaridade com as florestas nativas do que pastagens, cana-de-açúcar ou de outras culturas rasteiras ou arbustivas.

Inúmeros autores reconhecem hoje a importância da conectividade para conservação da biodiversidade. O trabalho de Penteadó (2006) revelou que carnívoros de topo de cadeia, por exemplo, que necessitam de grandes áreas de vida, foram encontrados em remanescentes florestais relativamente pequenos, menores que cinquenta ha, pois tais remanescentes possuem entorno composto por matrizes permeáveis e a proximidade com outros remanescentes, utilizando estas áreas como abrigo, refúgio e locomoção.

A presença de grandes predadores é indício de relativo equilíbrio ecológico (Mazzei, 2007), e sua ausência, conseqüentemente, indica um grau de fragmentação e isolamento preocupante do ponto de vista da conservação biológica em longo prazo. Martensen (2008) recomenda como ações a recuperação das matas ciliares e a diminuição da distância entre remanescentes florestais como fundamentais para conectar ambientes florestais naturais e, conseqüentemente, preservar maiores áreas com vegetação e maior diversidade de espécies.

Metzger (2003⁹ *apud* Martins, 2009, p.16) defende o aumento da permeabilidade da paisagem, da conectividade entre habitats e da área efetiva dos remanescentes, e ressalta a importância das Áreas de Preservação Permanente (APP) (Art. 2º da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 e alterações) como áreas prioritárias para conectar a paisagem e diminuir o risco de extinção.

O uso das APP é ratificada também por Gaspar (2005), como forma de permear a paisagem e proporcionar o incremento de corredores ecológicos; por Metzger & Casatti (2006), que destaca o envolvimento da hidrografia combinando atributos biológicos, essenciais para a conectividade; por Mazzei (2007), pois a recuperação das matas ciliares pode contribuir para a criação de corredores ecológicos, onde espécies classificadas como de ampla distribuição, reocupem parte de seus habitats originais; e por Timo (2009), que destaca o uso das APP e também das Reservas Legais, principalmente em áreas com perfil silvicultural, com predomínio de eucaliptais na paisagem como de extrema importância para a conservação de médios e grandes mamíferos.

⁹ METZGER, J. P. Como Restaurar a Conectividade de Paisagens Fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y. et. al. Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais, FEPAF, Botucatu, p.49-76, 2003.

Ciocheti (2007), em estudo de fauna com uso de armadilhas fotográficas, amostrou 17 espécies de médios e grandes mamíferos, tais como o veado-catingueiro (*Mazama guazoubira*) e as espécies de topo inseridas na lista de espécies ameaçadas, onça-parda (*Puma concolor*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e jaguatirica (*Leopardus pardalis*), em reflorestamentos de eucaliptos, e em áreas de cerrado e de floresta estacional decídua. Este fato, segundo o autor, mostra que a fisionomia dos eucaliptos, juntamente com seu relativo intervalo de exploração (entorno de sete anos) faz como que estas áreas possuam maior permeabilidade do que outras culturas, o que remete ao uso destas áreas como abrigo e locomoção pela fauna silvestre regional. Spínola (2008) também encontrou espécies diversas da fauna silvestre em reflorestamento de eucaliptos.

A pesquisa realizada por Naxara (2008) identificou 18 espécies de pequenos mamíferos em áreas com existência de corredores ecológicos entre remanescentes da Mata Atlântica, sendo que as oito espécies endêmicas só foram capturadas no interior ou na borda dos remanescentes e corredores.

Das demais espécies, três também foram capturadas somente em áreas florestais, e as outras sete, não-endêmicas, foram encontradas nas matrizes abertas. Este autor também cita outros estudos que demonstram os efeitos positivos de corredores florestais e ressalta que o respeito à Legislação Ambiental Florestal já traria ganhos enormes à conservação e restauração da biodiversidade, pela função que as Reservas Legais e as APP teriam em conectar áreas florestais isoladas.

A conectividade com uso de bosques agroflorestais (plantações de espécies exóticas, como café, eucalipto e outras culturas intercaladas com alta diversidade de espécies nativas dispostas em linhas), favorece o uso destas áreas por espécies de aves menos sensíveis, generalistas e até mesmo florestais. Ainda, os bosques agroflorestais podem ser uma alternativa de uso do solo ou de

manejo, com possibilidade de contribuir para o aumento da conectividade de fragmentos florestais existentes na paisagem e aliado a preservação ambiental, com retorno econômico em áreas particulares consideradas prioritárias para incrementar a conectividade (Uezu, 2006). A largura de cem metros é comumente adotada para corredores entre remanescentes florestais (Martensen, 2008), quando o objetivo é o fluxo gênico de fauna e flora.

O estudo de Umetsu (2005) indicou diferença significativa na abundância de pequenos mamíferos em matrizes da paisagem, sendo que matrizes antropogênicas de estrutura florestal (alta permeabilidade) apresentaram, de forma significativa, maior abundância de espécies se comparado com matrizes não florestais (baixa permeabilidade). A maioria das espécies encontradas nas áreas florestais mostraram-se não tolerantes à matrizes com culturas agropecuárias.

A retirada de cobertura florestal pode acarretar grande perda da diversidade biológica, principalmente de espécies da fauna de ocorrência florestal, pois apenas 20% das espécies estudadas por este autor, todas generalistas, foram encontradas em área de matriz alterada.

Matrizes compostas por culturas agrícolas abandonadas, desde que próximas a remanescentes florestais nativos, possuem alto grau de restabelecer a vegetação nativa, e apresentam diversidade e riqueza de espécies, com características promissoras para serem usadas para mitigação de impactos e para o abrigo da fauna silvestre (Gheler-Costa, 2006). Segundo Uezu (2006), é interessante manejar a matriz, ou seja, substituir o uso do solo de áreas de pastagem e cana-de-açúcar (não permeáveis e resistentes à movimentação de espécies da fauna, principalmente de aves), por outros tipos de culturas que favoreçam a redução da distância entre remanescentes florestais.

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) também podem ser usados para manter a permeabilidade da matriz e favorecer a conectividade, pois a estrutura destes sistemas, com estratos arbóreos e arbustivos entremeados com culturas e animais, se assemelham a uma fisionomia florestal (AmbienteBrasil, 2009).

A semelhança fisionômica também traz outras melhorias interessantes, como o equilíbrio do microclima e a disponibilidade de matéria orgânica proveniente da serrapilheira, com aumento da fauna microbiana. Estes fatores possibilitam maior disponibilidade de nutrientes, favorecendo a qualidade e estrutura física do solo e a diminuição do risco de instalação de processos erosivos (AmbienteBrasil, 2009). É uma união um pouco mais saudável e responsável entre a continuidade da atividade econômica rural e a preservação ambiental.

Os corredores ecológicos, numa matriz urbana com remanescentes florestais naturais, também possibilitam maiores interações ecológicas, além de aumentar a área dos remanescentes e, com isso, a capacidade de suporte para os seres vivos (Costa, 2006).

Enfim, no planejamento de corredores ecológicos, deve-se levar em consideração critérios técnicos/científicos, com o reconhecimento de áreas estrategicamente importantes para conservação e para a implantação de tais conexões. O sucesso deste planejamento está relacionado ao envolvimento de diversas instituições importantes no cenário ambiental e social regional, para as ações que viabilizem estes corredores, como recuperação florestal, práticas adequadas de uso do solo, fiscalização, pagamento por serviços ambientais, envolvimento da sociedade, dentre outros (MMA, 2006).

3.4 Tutela Jurídica para os Biomas Mata Atlântica e Cerrado e para as Áreas Especialmente Protegidas

A região objeto do presente estudo está inserida quase que totalmente na área de abrangência do Bioma Mata Atlântica, com exceção da porção noroeste do município de Paulínia, que, por estar num trecho de contato entre a floresta estacional semidecídua e o cerrado (ecótono) (Miachir, 2009), apresenta remanescentes florestais dos dois biomas.

No início do século XX, a conservação florestal propriamente dita voltava para a garantia de recursos naturais interessantes economicamente à sociedade, principalmente os produtos madeireiros. Esta visão antropocêntrica e não preservacionista, aliada ao crescimento tecnológico e o aumento da escala de exploração, produção e consumo, resultaram na devastação e exaustão dos recursos naturais.

A falha de gerenciamento dos recursos da terra e as previsões ambientais catastróficas das últimas décadas culminaram num proporcional aumento da preocupação da humanidade com a preservação ambiental, com ações de implementação de leis ambientais, áreas protegidas (Moulton & de Souza, 2010), estudos ambientais, limites administrativos ao uso da propriedade.

Dentre os Diplomas Legais atuais mais importantes na proteção dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, estão:

3.4.1 Mata Atlântica

- Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006: a Lei da Mata Atlântica dispõe sobre uso e proteção deste bioma, compreendido pelas florestas Ombrófila Densa, Mista (Mata de Araucárias) e Aberta, Estacional Semidecídua e Decídua, vegetação de mangue e restinga, campos de altitude e brejos.

Os pontos positivos da Lei da Mata Atlântica são: Art. 5º, que preserva o status original de áreas suprimidas sem a autorização competente, mantendo a mesma proteção como se ainda existisse a vegetação; Art. 17, que exige a compensação de, no mínimo, área equivalente à área desmatada; Art. 30 e 31, que tratam de forma diferenciada a vegetação localizada na zona urbana; e os demais artigos, que remetem à proteção máxima das formações florestais secundárias nos estágios médio e avançado de regeneração nas áreas rurais.

- Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008: este decreto regulamenta diversos dispositivos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, e inclui vários regulamentos para o uso dos recursos naturais da Mata Atlântica para fins sociais, desde que sustentáveis.

- Resolução SMA nº 13, de 22 de fevereiro de 2008: rege sobre a supressão da Mata Atlântica no Estado de São Paulo, exclusivamente para obras e atividades consideradas de interesse público, fixando definições sobre o enquadramento neste critério para aplicação desta Resolução.

- Resolução SMA nº 31, de 19 de maio de 2009: dispõe sobre a supressão da Mata Atlântica para parcelamento do solo ou qualquer edificação em área urbana, fixando porcentagens máximas permitidas de acordo com os estágios sucessionais do bioma, bem como a preservação da vegetação remanescente, além de fixar um mínimo de 20% de áreas permeáveis em novos projetos de parcelamento do solo no Estado de São Paulo.

- Resolução SMA nº 86, de 26 de novembro de 2009: fixa critérios e parâmetros para compensações ambientais referentes às concessões de autorizações para supressão da Mata Atlântica nas áreas rurais. Este dispositivo legal utiliza o mapa “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, do Programa Biota/FAPESP, para fixar compensações ambientais mediante a recuperação ou preservação de áreas, que pode chegar a seis vezes a área a ser desmatada.

- Resolução Conjunta SMA-IBAMA/SP nº 1, de 17 de fevereiro de 1994: esta resolução estadual descreve as características fisionômicas das duas formações secundárias predominantes no Estado de São Paulo, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecídua, com seus diferentes estágios de regeneração, tais como pioneiro, inicial, médio e avançado.

3.4.2 Cerrado

Apesar da importância deste bioma para o patrimônio genético e os serviços ambientais, este trabalho não encontrou legislações federais específicas sobre sua proteção. No âmbito do Estado de São Paulo, os principais dispositivos legais vigentes são:

- Lei Estadual nº 13.550, de 02 de junho de 2009: esta lei rege sobre o uso e a proteção do bioma Cerrado ainda existente no estado, e descreve as fisionomias vegetais encontradas neste bioma, quais sejam, Cerradão, Cerrado “stricto sensu”, Campo Cerrado e Campo, sendo que as duas primeiras fisionomias também são subdivididas nos estágios de sucessão inicial, médio e avançado de regeneração. Os destaques desta lei são: § 3º do Art. 2º, que protege as áreas onde o cerrado foi suprimido ilegalmente, mantendo a classificação da vegetação originalmente existente; § 1º do Art. 5º, que faz com que a propriedade cumpra sua função social e ambiental constitucional antes de ser concedida autorização para corte destas formações vegetais a seus proprietários; Art. 6º, que só permite a supressão de Cerradão e Cerrado “stricto sensu”, nos estágios médio e avançado de regeneração em casos excepcionais, considerados de utilidade pública ou interesse social, desde que inexista alternativa técnica e/ou locacional para a obra ou empreendimento, fixando compensações equivalentes a quatro vezes a área a ser desmatada; e o Art. 9º, que permite

políticas de incentivo como benefícios aos proprietários de terras que preservarem os remanescentes deste bioma.

- Resolução SMA nº 64, de 10 de setembro de 2009: dispõe sobre as características fisionômicas dos estágios de regeneração do cerrado, para aplicação da Lei Estadual nº 13.550, de 02 de junho de 2009.

3.4.3 Áreas Especialmente Protegidas

- Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e alterações: conhecida como Código Florestal, esta Lei possui como principais disposições os Art. 2º, que trata das Áreas de Preservação Permanente (APP) localizadas ao redor de nascentes, cursos d'água, encostas com declividade superior a 45º, topo de morros e montanhas, etc; Art. 10, que não permite a supressão de florestas em área com declividade entre 25 e 45º; e o Art. 16, que dispõe sobre a preservação de porcentagem de toda propriedade rural, preferencialmente ocupada por vegetação florestal nativa, como Reserva Legal.

- Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), criando diversas categorias de unidades de conservação subdivididas em dois grupos específicos, ou seja, as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável.

3.5 Gestão Ambiental em Sub-bacias Hidrográficas e Estratégias para a Conservação da Biodiversidade

A microbacia hidrográfica é uma área de terra drenada para um curso d'água comum e delimitada por divisores de águas no entorno, que formam outras microbacias circunvizinhas. O curso d'água comum de diversas

microbacias também drenam para um único ponto, conhecido como o rio principal, de nível regional, formando, assim, a bacia hidrográfica (CBH – PCJ, 2005). Autores citam a microbacia hidrográfica como unidade comum para o planejamento conservacionista (CBH – PCJ, 2005).

Como exemplos de planejamento e práticas conservacionistas mais adotadas estão o controle da erosão para aumentar o potencial produtivo do solo a diminuição do assoreamento de cursos d'água, o terraceamento, a conservação de estradas, o plantio direto, a proteção das florestas de topo de morro, de encostas e de nascentes, além de ações governamentais para conservação do solo e dos recursos hídricos, normalmente na escala das microbacias, para garantir a disponibilidade de água para períodos críticos (estiagem) (CBH – PCJ, 2005). Em Nova Iorque, o pagamento pelos serviços ambientais das propriedades localizadas a 200 km da cidade, de onde a água para abastecimento público é captada, custa quase um terço do que seria necessário para que os sistemas de tratamento de água pudessem ser construídos (Conservation International, 2010).

Para (Muchailh, 2007), as variáveis ambientais de uma dada unidade hidrográfica (bacia ou microbacia) são interdependentes, pois o ecossistema como um todo possui um equilíbrio dinâmico. As perdas de solo na sub-bacia do Rio Atibaia, por exemplo, na ordem de 27%, geram sedimentos que são carregados para o próprio Rio Atibaia, causando seu assoreamento (Siviero, 1999) e a diminuição gradativa da qualidade e da disponibilidade hídrica regional.

3.6 CETESB

A CETESB, criada em 24 de julho de 1968 como Centro Tecnológico de Saneamento Básico, pelo Decreto Estadual nº 50.079, teve outras três denominações até a atual Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, definida por meio da Lei Estadual nº 13.542, de 08 de maio de 2009.

No decorrer de sua história, tornou-se um dos centros de referência da Organização das Nações Unidas (ONU) para questões ambientais; dentre os oito centros regionais mundiais para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POP), e entre diversas outras referências nacionais e internacionais para questões afetas ao meio ambiente (CETESB, 2009).

Além de manter as atribuições já estabelecidas pela Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, que é, resumidamente, o Licenciamento Ambiental e a fiscalização de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, o controle e as articulações para a gestão da qualidade do ar, da água e do solo, a CETESB incorporou, através da Lei Estadual 13.542/2009, a competência para autorizar a supressão de florestas e demais formas de vegetação nativa, as intervenções em APP e em demais áreas especialmente protegidas, além de exigir compensações ambientais e fiscalizar as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (CETESB, 2009).

Para uma melhoria contínua e a busca da excelência nos diversos serviços prestados, a CETESB conta com mais de 80 pontos de monitoramento de qualidade do ar, além do monitoramento dos principais rios e praias do estado, com mais de 43 mil análises físico-químicas e biológicas anuais, e ainda, gestão da qualidade das águas subterrâneas, áreas contaminadas, aterros sanitários, etc (CETESB, 2009).

Esta estrutura fez com que muitos setores especializados recebessem certificações nacionais e internacionais para diversos setores, incluindo laboratórios, setores de atendimento a emergências químicas e de análise de riscos, e conta com uma estrutura composta por mais de cinquenta Agências Ambientais distribuídas por todo o Estado de São Paulo, participando ativamente de todos os projetos ambientais estratégicos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, além de contribuir como agência articuladora, em diversos

eventos, ações, e políticas públicas estaduais, nacionais e internacionais sobre meio ambiente (CETESB, 2009), fatos que a tornam um dos maiores órgãos ambientais do mundo.

A Agência Ambiental de Paulínia possui uma área de atuação compreendida por oito municípios, num território de 131.324 ha, com uma das regiões mais heterogêneas do estado, tanto nas questões econômicas, com municípios altamente industrializados, tendo o maior pólo petroquímico da América Latina, em comparação com outros em que as atividades predominantes são rurais e/ou artesanais, quanto nas características ambientais, com trechos localizados na depressão periférica e no planalto cristalino, em três sub-bacias hidrográficas. Numa característica esta região inteira se assemelha: a extrema e nociva fragmentação da vegetação florestal natural, que, no cenário atual, remete à insustentabilidade ambiental em longo prazo.

3.7 Programa Biota/FAPESP

De um lado, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e, de outro, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), do Governo de São Paulo. No centro, uma parceria sem precedentes entre as instituições de ensino e pesquisa e os órgãos públicos do Estado de São Paulo, com objetivo de gerar conhecimento, ações e políticas públicas com base nos resultados do Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Restauração e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo (Programa Biota/FAPESP).

O programa, criado em 1999 com objetivo de diagnosticar a biodiversidade do território paulista, conta hoje com aproximadamente 1.200 pesquisadores, das mais diversas instituições públicas e privadas de ensino e pesquisa, que resultaram em aproximadamente setecentos artigos científicos e

vinte livros, com mais de 3.300 espécies da fauna e flora catalogadas (FAPESP, 2010). Todas estas pesquisas foram compiladas, gerando o Sistema de Informação Ambiental (SinBiota), encontrado no endereço eletrônico <<http://sinbiota.cria.org.br>>, e a revista científica eletrônica Biota Neotropica, no endereço <www.biotaneotropica.org.br>, disponíveis para toda a comunidade científica e sociedade civil.

O principal resultado desta parceria entre a SMA e o Biota/FAPESP, que contou com a participação de 160 pesquisadores, uniu o interesse público através da elaboração e publicação de 11 mapas, sendo oito temáticos e três gerais. O mapa mais comumente utilizado denomina-se “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, conforme Figura 2.

A obtenção deste e de outros mapas possibilitou novas diretrizes para a gestão dos remanescentes florestais nativos do Estado de São Paulo (FAPESP, 2010), inclusive com a promulgação de Diplomas Legais, em especial as Resoluções SMA em vigor, SMA nº 13, de 22 de fevereiro de 2008, SMA nº 31, de 19 de maio de 2009, SMA nº 64, de 10 de setembro de 2009 e SMA nº 86, de 26 de novembro de 2009, já citadas nos itens 3.4.1 e 3.4.2, com vistas à aplicação de diferentes escalas de prioridade para análise dos pedidos de autorização para supressão de vegetação nativa dos biomas do estado, bem como para preservá-la e recuperá-la.

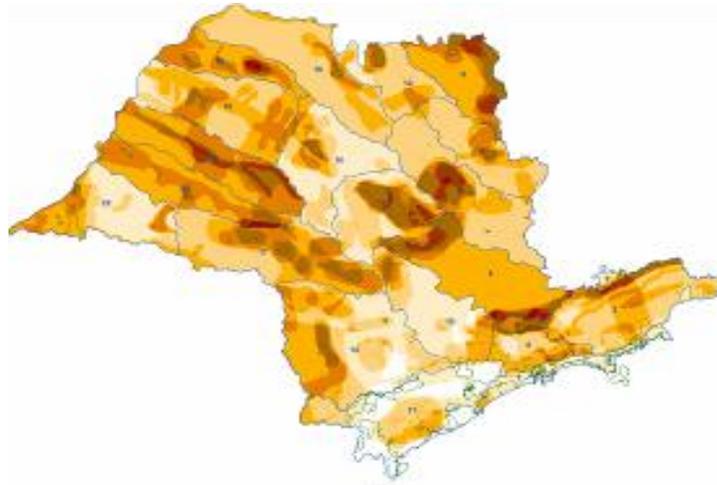


Figura 2 Mapa “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, do Programa Biota/FAPESP.

Fonte: São Paulo, 2009

Mesmo com o reconhecimento dos imprescindíveis resultados que o Programa Biota/FAPESP possibilitaram para as ações de conservação da biodiversidade paulista, Metzger & Casatti (2006) ressaltam que o programa, em aspecto geral, tem voltado principalmente em estudos que visam diagnosticar o estado da conservação, sendo que poucos trabalhos hoje existentes ou em andamento tem como foco estabelecer áreas prioritárias para a conservação.

Para Staley (2010), muitas espécies e muitas interações espécies/espécies, espécies/ambientes e espécies/seres humanos precisam ainda ser estudadas e compreendidas, e o Programa Biota/FAPESP pode servir de modelo para os esforços na preservação da biodiversidade, em nível nacional e internacional, tendo em vista que *“a espécie humana tem uma responsabilidade moral como zeladora da biodiversidade da Terra”*.

3.8 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Diversos autores têm usado os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para analisar a paisagem e propor estratégias de conservação da vegetação nativa. São exemplos de SIG o software Fragstats, utilizado por Boscolo (2007) para análise da estrutura espacial da paisagem, por Umetsu (2005) para avaliação da quantidade de habitats e seus graus de conectividade, e por Ciocheti (2008); Timo (2009); Spínola (2008) e Muchailh (2007), para analisar métricas da paisagem.

Korman (2003) também utilizou o software Fragstats para descrever a paisagem, analisando dados como arranjo espacial, tamanho dos remanescentes florestais, áreas de efeito de borda, dentre outros, e a proposta para implantação de corredores ripários, ou seja, a escolha das APP para implantação de corredores, tendo como metodologia a foto interpretação.

O software ArcGis foi utilizado por de Andrade (2009) e por Mazzei (2007) para geoprocessamento e configurar os mapas para a obtenção dos resultados atingidos em seus trabalhos. Já Coelho-de-Souza (2009) utilizou imagens obtidas pelo software Google Earth para o planejamento ambiental municipal, inclusive com uso de recursos do aplicativo para medição de áreas.

Alger (2003) recomenda o uso dos SIG como ferramenta na análise dos órgãos ambientais nos pedidos de licenciamento ambiental para desmatamento em propriedades rurais, pois permite observar a paisagem regional e, conseqüentemente, planejar e exigir condicionantes para a manutenção da conectividade entre os habitats.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Região de Estudo

Os municípios que compõem a região de estudo estão localizados na porção leste do Estado de São Paulo, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 05, que compreende as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (bacias PCJ) (CBH-PCJ, 2008):

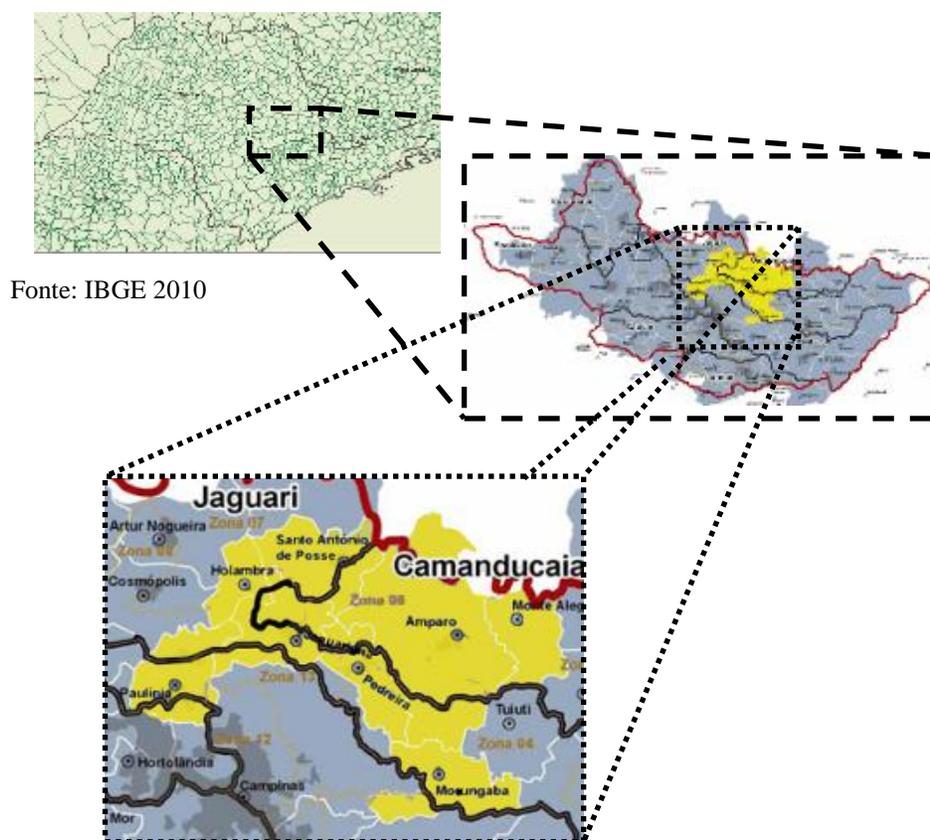


Figura 3 Localização das sub-bacias e dos municípios da região de estudo.

Fonte: CBH-PCJ, 2008 (adaptado com demarcação da área de abrangência da CETESB de Paulínia)

As bacias PCJ compreendem ainda sete sub-bacias hidrográficas, sendo que os oito municípios objeto da região de estudo estão localizados entre as porções nordeste, norte e central da bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, em quatro destas sub-bacias, consoante tabela 1:

Tabela 1 Municípios da região de estudo e sua localização nas bacias e sub-bacias hidrográficas.

Município	Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - PCJ		Sub-bacias Hidrográficas	
	UGRHI 05			
Amparo	Bacia do Rio Piracicaba		Camanducaia	Jaguari
Holambra	Bacia do Rio Piracicaba		Camanducaia	Jaguari
Jaguariúna	Bacia do Rio Piracicaba	Atibaia	Camanducaia	Jaguari
Monte Alegre do Sul	Bacia do Rio Piracicaba		Camanducaia	
Morungaba	Bacia do Rio Piracicaba	Atibaia		Jaguari
Paulínia	Bacia do Rio Piracicaba	Atibaia		Jaguari Piracicaba
Pedreira	Bacia do Rio Piracicaba		Camanducaia	
Santo Antonio de Posse	Bacia do Rio Piracicaba		Camanducaia	Jaguari

Fonte: CBH-PCJ, 2008.

Destas quatro sub-bacias, apenas a do Rio Piracicaba não será contemplada por este estudo, uma vez que esta sub-bacia compreende trecho reduzido da região de abrangência da CETESB de Paulínia. As caracterizações física, ambiental e político-administrativa dos municípios das outras três sub-bacias de interesse estão descritas no sentido leste para oeste, ou seja, da porção mais alta (Embasamento Cristalino / Serra da Mantiqueira) para a porção mais

baixa (Depressão Periférica) iniciando, assim, pelos municípios mais próximos da divisa com o sul do Estado Minas Gerais.

4.1.1 Geologia

Segundo CBH-PCJ (2008), a maior parte das bacias PCJ está na borda centro-leste da Bacia Sedimentar do Paraná, com litologias dos domínios geológicos, de leste para oeste, constituídos pelo embasamento cristalino (derramamento do proterozóico constituído por rochas ígneas e metamórficas), com quase 50% da área das bacias PCJ, além de rochas sedimentares dos períodos mesozóico e paleozóico (porção central), rochas ígneas efusivas e intrusivas básicas (Paulínia), e coberturas sedimentares Cenozóicas compostas por rochas brandas e depósitos aluvionares e coluvionares, que formam a Depressão Periférica.

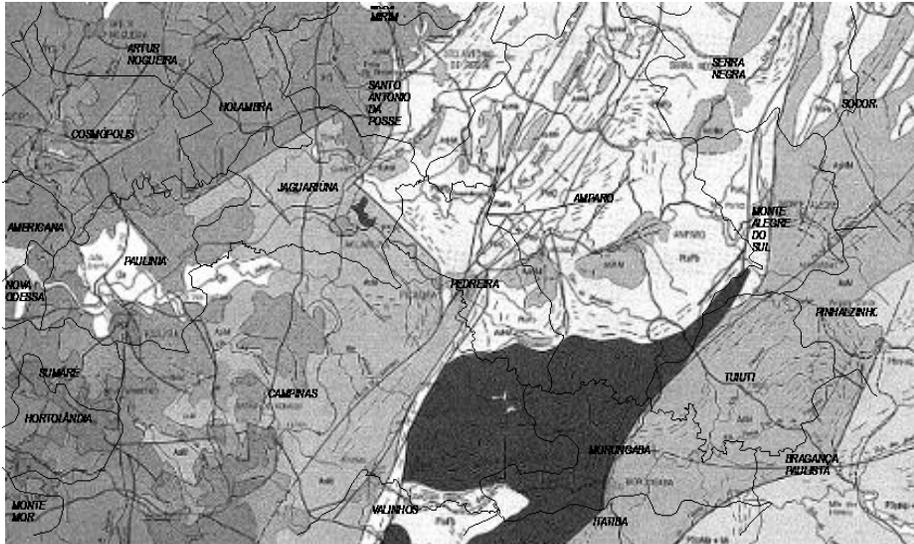


Figura 4 Mapa Geológico do Estado de São Paulo”, Folha SF-23-Y-A - Campinas, escala 1:250.000

Fonte: DAEE/UNESP (1982).

Tabela 2 Formações geológicas da região de estudo.

Período	Símbolo	Grupo / Formação	Litologia	Municípios de Ocorrência
Holoceno	Qa		Depósitos aluviais, areias e argilas, conglomerados na base.	Jaguariúna e Paulínia
Carbonífero-Permiano	PCi	Grupo Tubarão / Subgrupo Itararé	Arenitos finos a grosseiros, siltitos, lamitos, diamictitos e ritmitos, cores amarelo, vermelho e cinza.	Holambra, Jaguariúna, Paulínia e Santo Antonio de Posse.
Proterozóico Superior	PSpMp +Mi	Complexo Pinhal	Migmatitos oftalmíticos, embrechitos facoidais (Mp) e migmatitos policíclicos de estruturas diversas, localmente com termos granulíticos (Mi).	Morongaba

“Tabela 2, conclusão”

Período	Símbolo	Grupo / Formação	Litologia	Municípios de Ocorrência
Proterozóico Inferior	PSyc	Suítes Granitóides	Corpos granitóides foliados, com contatos parcialmente discordantes, textura porfiróide frequente, composição de tonalítica a granítica (fácies Cantareira).	Amparo, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Morungaba e Pedreira.
	PIaQ	Grupo Amparo	Quartzitos feldispáticos, micáceos com intercalações de biotita, xistos e subordinadamente gonditos	Amparo, Monte Alegre do Sul e Pedreira.
	PIaFb		Paragnaisses essencialmente fitados e bandeados, com intercalações de micaxistos, quartzitos, anfibolitos, calossilicáticas, metaultrabásicas e gonditos.	Amparo, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedreira e Santo Antonio de Posse.
Arqueano	AsM	Complexo Silvianópolis	Gnaisses embrechíticos com núcleos de granulitos e anatexitos não diferenciados contendo ocorrências restritas do Grupo Amparo.	Holambra, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Paulínia e Pedreira.
	AsHM		Granulitos diversos e migmatitos de anatexia, granitos-gnaisses subordinadamente.	Amparo, Holambra, Jaguariúna, Pedreira e Santo Antonio de Posse.

4.1.2 Geomorfologia

Também de leste para oeste, é encontrada a província denominada Planalto Atlântico (embasamento cristalino), que compõe a zona da Serra da Mantiqueira, geomorfologicamente representada por morros e montanhas. Nela se iniciam as drenagens dos principais rios que compõem as quatro sub-bacias hidrográficas anteriormente citadas, no trecho paulista, e estão localizados os municípios de Amparo, Monte Alegre do Sul, Morungaba e Pedreira.

A outra província, Depressão Periférica, localiza-se no trecho geológico das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, onde o relevo predominante é de suave a levemente ondulado, onde Holambra, Jaguariúna, Paulínia e Santo Antonio de Posse estão inseridos. As características destas duas províncias fazem com que as mesmas tenham diferenças topográficas superiores a 1.000 metros entre os oito municípios (CBH-PCJ, 2008).

4.1.3 Pedologia

De acordo com o mapa pedológico do CBH - PCJ (2008), escala 1:750000, bem como o descrito no referido plano de bacias, há três tipos de solos predominantes na região do estudo:



Figura 5 Solos na região de estudo: Latossolos Vermelho, Vermelho-Amarelo e Gleissolos Háplicos.

Fonte: CBH-PCJ, 2008.

- Latossolo Vermelho-Amarelo: predominante na região, são solos minerais não hidromórficos e profundos, com horizontes A, B (latossólico) e C. Possuem baixa quantidade de elementos nutritivos à flora e avançado estágio de intemperismo, com argilominerais do tipo 1:1 predominantes. São Muitos porosos, com relação silte/argila inferior a 0,70 e grau de flocculação próximo a 100%, características que geram uma boa resistência à processos erosivos.

- Latossolo Vermelho: não hidromórficos, são de baixa fertilidade natural, profundos, drenados, com horizontes B latossólico e horizontes pouco diferenciados. Possuem textura argilosa e sua coloração avermelhada devido aos altos teores de Fe_2O_3 .

- Gleissolos Háplicos: pelo fato de ocorrer lençol freático permanentemente pouco profundo durante todo o ano, este tipo de solo apresenta-se hidromórfico e mal drenado. É encontrado com maior facilidade em algumas regiões adjacentes às drenagens naturais da região deste estudo.

O risco de instalação de processos erosivos nestes tipos de solo é apresentado na Tabela 3:

Tabela 3 Tipos de Solo e Fragilidade.

Classe de Fragilidade	Tipos de Solo
Muito Fraca	Latossolo Vermelho (Distroférico e Eutroférico), Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa
Fraca	Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo, textura média/argilosa
Média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Nitossolo Vermelho distroférico e eutroférico, Nitossolo Háplico, Podzólico Vermelho-Amarelo, textura média/argilosa
Alta	Cambissolo
Muito Alta	Neossolos Litólicos e Neossolo Quartzarênico

Fonte: Crepani et al. (2001 *apud* Muchailh, 2007, p. 13).

4.1.4 Climatologia e Pluviometria

O Estado de São Paulo abrange, de acordo com a classificação internacional Köeppen, sete grupos climáticos, sendo que, nos municípios objeto deste trabalho é encontrado apenas Cwa, com invernos secos e verões quentes (CEPAGRI, 2010), constante na Tabela 4.

Tabela 4 Índices climáticos da região de estudo.

Municípios:	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Altitude (m)
	Mínima Média Ano	Máxima Média Ano	Média Ano		
Amparo	17,30	23,80	21,00	1.428,30	680
Holambra	17,90	24,40	21,60	1.326,60	600
Jaguariúna	17,90	24,50	21,70	1.335,40	580
Monte Alegre do Sul	17,00	24,00	20,80	1.548,80	760
Morungaba	16,70	23,30	20,40	1.515,80	760
Paulínia	17,60	25,00	21,70	1.359,60	620
Pedreira	17,80	24,40	21,50	1.407,50	600
Santo Antonio de Posse	17,40	23,90	21,10	1.333,10	670

Fonte: CEPAGRI, 2010.

O período chuvoso ocorre entre outubro e abril, e a estiagem nos demais meses do ano, com índices de precipitação pluviométrica entre 1.200 e 1.800 mm anuais, em média, podendo chegar a mais de 2.000 mm na região mais alta (cabeceira dos rios), e não mais do que 200 mm na porção mais baixa, com precipitação média anual entorno de 1.300 mm (CBH-PCJ, 2008).

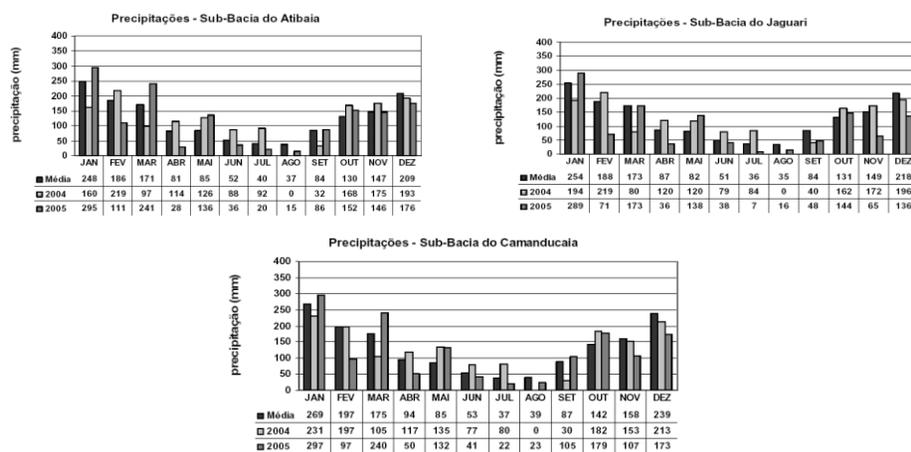


Figura 6 Precipitações das sub-bacias inseridas na área de estudo.

Fonte: CBH-PCJ, 2008.

4.1.5 Hidrografia e Águas Subterrâneas

A hidrografia destas sub-bacias hidrográficas é composta pelas drenagens geradas por diversas nascentes e cursos d'água afluentes dos seus rios principais, Atibaia, Camanducaia e Jaguari, que drenam num mesmo sentido leste para oeste nas bacias PCJ, sendo que os rios Camanducaia e Jaguari se encontram em ponto existente no interior da região de estudo, e percorrem o restante do trajeto, até Rio Atibaia, formando a Represa do Santo Grande, no limite da região de estudo, à oeste, onde passa a denominar-se Rio Piracicaba.

Na porção sudeste das bacias PCJ encontra-se o Sistema Cantareira, maior fornecedor de água para a Região Metropolitana de São Paulo, com 70% de contribuição, o que corresponde ao abastecimento de quase nove milhões de pessoas. Este sistema, com operação desde o início da década de setenta, é composto por conjunto de represas que armazenam águas das cabeceiras dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha. A descarga da água destes reservatórios é realizada nas sub-bacias dos rios Jaguari e Atibaia (CBH-PCJ, 2008).

Praticamente toda a extensão das sub-bacias Atibaia, Camanducaia e Jaguari, desde a montante (porção leste), incluindo a região de estudo, com exceção Holambra e Paulínia, é compreendida pelo Aquífero Cristalino (CBH-PCJ, 2008), que abrange todo o litoral e ainda grande parte da porção leste do Estado de São Paulo, em área de 53.400 km², e é composto por rochas ígneas e metamórficas da Bacia Sedimentar do Paraná (Iritani, 2008). Este Aquífero, juntamente com o Tubarão, formam os principais fornecedores de água subterrânea para toda a bacia hidrográfica. (CBH-PCJ, 2008).

4.1.6 Características Político-Administrativas

As bacias PCJ abrangem um território composto por 75 municípios, dos quais 19 compreendem a Região Metropolitana de Campinas (RMC), criada pela Lei Complementar nº 870/2000, com área de 3.348 km². A RMC possui uma das maiores densidades demográficas do país, além de um dos maiores índices de desenvolvimento econômico, pela complexa rede de infraestruturas de transporte e indústrias de todos os ramos, tais como de alimentos, bebidas, materiais elétricos, telecomunicações, informática, produtos farmacêuticos e petroquímicos, incluindo a maior refinaria petrolífera da América Latina, a REPLAN/Petrobras, em Paulínia (CBH-PCJ, 2008).

Com isso, a contribuição das bacias PCJ para o Produto Interno Bruto (PIB) aproxima-se a 4% do nacional e quase 20% no estado. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) médio é de 0,805, considerado alto (CBH-PCJ, 2008). Dos oito municípios que contemplam a região deste estudo, cinco deles fazem parte desta RMC.

4.1.6.1 Histórico

A posição dos municípios objeto deste estudo quanto à morfologia e geologia do Estado de São Paulo (Depressão Periférica) facilitou o deslocamento das tropas de cavaleiros, e a característica particular e favorável dos rios, que correm para o interior, facilitando a navegação, sendo estes os dois principais fatores da ocupação das bacias PCJ (Martins, J. P. et. al, 2005).

O desenvolvimento econômico efetivo das bacias PCJ iniciou-se no século XVIII, através do ciclo da cana-de-açúcar, com o povoamento dos centros urbanos e a diversificação do sistema viário, que uniu a região a outros centros em desenvolvimento, como São Paulo, Sorocaba e Vale do Paraíba. Posteriormente, este ciclo foi gradualmente substituído pelo café, precursor para alavancar o desenvolvimento industrial na região (CBH-PCJ, 2008).

Tabela 5 Diagnóstico resumido dos municípios da região de estudo.

Municípios	Características Históricas				
	Início da Colonização	Fundação	Primeiros Tipos de Usos do Solo	População Atual	Área Total (ha)
Amparo	Início do Século XIX	25/10/1945	feijão, milho, arroz, algodão e suínos. Depois café	65.928	44.601
Holambra	05/06/1948	30/12/1991	gado leiteiro, agricultura e atividades diversificadas. Depois flores	10.224	6.428
Jaguariúna	Final do Século XIX	30/12/1953	café, laranja, milho dentre outros	41.107	14.244
Monte Alegre do Sul	Final do Século XIX	24/12/1948	culturas diversas	7.473	11.086
Morungaba	Início do Século XIX	28/02/1964	cereais e depois café	13.305	14.650
Paulínia	Final do Século XIX	28/02/1964	algodão	84.577	13.933
Pedreira	Final do Século XIX	19/12/1906	louças, artesanatos	40.752	10.971
Santo Antonio de Posse	Final do Século XIX	1953	café	21.247	15.411
Totais:				284.613	131.324

Fonte: Adaptado de IBGE (2010b).

4.1.6.2 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação ocupam mais de 37% do território das bacias PCJ (CBH-PCJ, 2008), sendo que, dos municípios estudados, Monte Alegre do Sul e Pedreira estão totalmente inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) Piracicaba Juqueri-Mirim – Área 2, criada por meio da Lei Estadual nº 7.438, de 16 de julho de 1991. Com exceção de Paulínia, os outros cinco municípios estão parcialmente inseridos nesta mesma Unidade Conservação estadual.

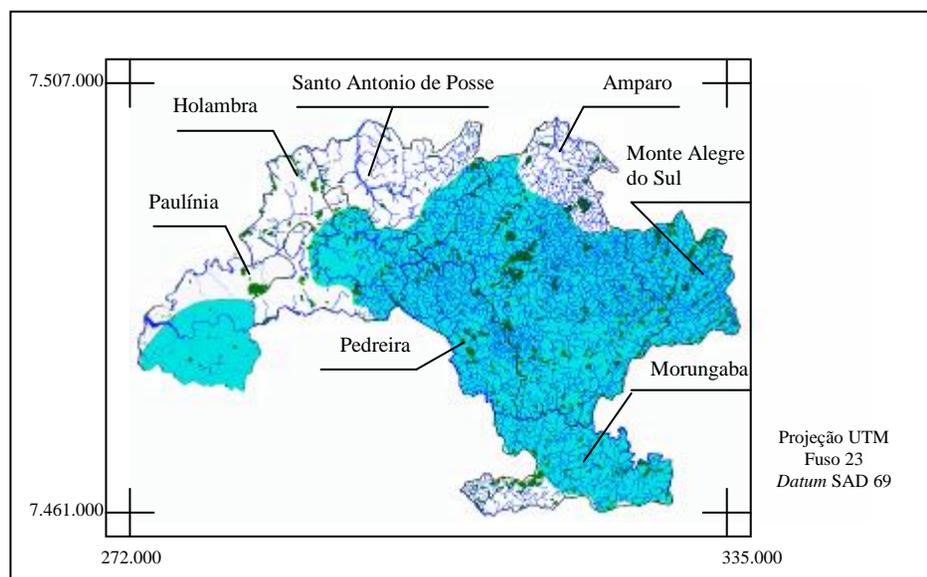


Figura 7 Localização da APA Piracicaba Juqueri/Mirim.

Fonte: Adaptado de SIGAM, 2010.

Ainda com relação às zonas especialmente protegidas, destacam-se Paulínia e Jaguariúna, que possuem parte de seus territórios inseridos na zona de amortecimento da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Mata de Santa Genebra, com 251,77 ha.

Esta Unidade de Conservação de Uso Sustentável foi doada ao município de Campinas em 14 de julho de 1981, por meio da Lei Municipal nº 5.118, e tornou-se ARIE através da promulgação do Decreto Federal nº 91.885, de 5 de novembro de 1985. Jaguariúna também possui a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Estância Jatobá, criada pela Portaria 105/2003, e Amparo, a RPPN Duas Cachoeiras, reconhecida por meio da Resolução SMA nº 49, de 08 de junho de 2010.

4.1.6.3 Abastecimento de Água, Coleta, Afastamento e Tratamento de Esgotos Domésticos e de Efluentes Líquidos Industriais

Das sub-bacias dos rios Atibaia, Camanducaia e Jaguari são captados, em média, 10,82, 1,02 e 7,55 m³ por segundo, respectivamente, com predomínio de uso urbano para as sub-bacias dos rios Atibaia e Jaguari, rural para a sub-bacia do Rio Camanducaia e Industrial para a sub-bacia do Rio Jaguari (CBH-PCJ, 2008), conforme Figura 8:

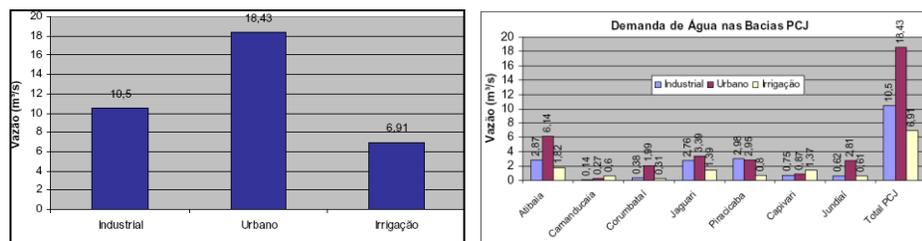


Figura 8 Demanda de água e tipo de uso nas bacias PCJ.

Fonte: CBH-PCJ (2008).

Com exceção de Morungaba (95%) e Santo Antonio de Posse (97%), os demais municípios possuem 100% de abastecimento público de água (CBH-PCJ, 2008). Quanto aos esgotos domésticos coletados, Santo Antonio de Posse possui 18,6%, enquanto que os outros sete municípios possuem média de 89,3%.

Dos esgotos coletados, apenas Holambra, Jaguariúna, Morungaba e Paulínia possuem sistemas de tratamento, com porcentagens em relação à coleta de 87%, 32,1%, 83% e 85,5%, respectivamente (CETESB, 2007 e SABESP, 2008¹⁰ *apud* CBH-PCJ, 2008, p.295).

Conforme indicado, a carência geral de tratamento de esgotos tratados faz com que sejam despejados 8.656 kg de DBO por dia, sendo 966 kg para a sub-bacia do Rio Atibaia, lançados por Morungaba (20 kg) e Paulínia (946 kg), 2.298 kg na sub-bacia do Rio Camanducaia (Amparo com 1.851 kg, Jaguariúna com 222 kg, Monte Alegre do Sul com 143 kg e Santo Antonio de Posse com 82 kg). A sub-bacia do Rio Atibaia recebe cargas orgânicas domésticas de Holambra, Jaguariúna, Morungaba, Paulínia, Pedreira e Santo Antonio de Posse, com respectivos lançamentos diários de 105 kg, 721 kg, 105 kg, 71 kg, 1.514 kg e 399 kg de DBO, o que totaliza 2.915 kg de DBO. Paulínia é o único dos municípios estudados a lançar carga orgânica de origem doméstica na sub-bacia do Rio Piracicaba, com 68 kg de DBO por dia.

Os efluentes líquidos industriais também possuem grande contribuição na poluição ambiental pelo lançamento de cargas orgânicas nestas mesmas sub-bacias, sendo que as indústrias de Jaguariúna lançam 176 kg de DBO por dia na sub-bacia do Rio Atibaia e 664 kg na sub-bacia do Rio Jaguari, que também recebe contribuição da atividade industrial de Pedreira, com 10 kg. A sub-bacia do Rio Camanducaia recebe 893 kg de Amparo e 550 kg de Monte Alegre do

¹⁰ SABESP, Relatório de Gestão Empresarial. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 2008.

Sul, sendo que a sub-bacia do Rio Atibaia também recebe carga orgânica industrial de Paulínia, com 841 kg. (CBH-PCJ, 2008).

Os números também refletem dados preocupantes, pois as captações destas sub-bacias somam 26,12 m³/s, contra uma vazão disponível de 42,15 m³/s, incluindo nesta vazão 11,87 m³/s originadas pela somatória as vazões recebidas por lançamentos de efluentes diversos nestas sub-bacias. Mesmo levando-se em conta as vazões dos lançamentos, o balanço de captações fica na ordem de 62% da capacidade hídrica disponível.

A sub-bacia do Rio Jaguari é hoje a mais comprometida da região de estudo, com captação 74,2% da disponibilidade hídrica, seguida pelas sub-bacias dos rios Atibaia, com 73,3%, e Camanducaia, com 26,7%.

4.1.6.4 Vegetação

A vegetação florestal nativa remanescente nas bacias PCJ não ultrapassa 8% do território, dividida em mais de sete mil remanescentes florestais, com aproximadamente 70% apresentando áreas de até 10 ha, 15% entre 10 e 20 ha, ou seja, quase 90% dos remanescentes com menos de 20 ha (CBH-PCJ, 2008). Nos municípios da área de abrangência da CETESB de Paulínia, os percentuais de cobertura florestal nativa são indicados na Tabela 6.

Tabela 6 Índices de cobertura florestal dos municípios da região de estudo.

Municípios	Área Total (ha)	Mata Atlântica		
		Cobertura de Vegetação Natural Original (%)	Cobertura Florestal Nativa Atual (ha)	(%)
Amparo	44.601	100	5813	13,03
Holambra	6.428	100	562	8,74
Jaguariúna	14.244	100	949	6,66
Monte Alegre do Sul	11.086	100	2275	20,52
Morungaba	14.650	100	2048	13,98
Paulínia	13.933	Praticamente 100	586	4,21
Pedreira	10.971	100	1216	11,08
Santo Antonio de Posse	15.411	100	629	4,08
	131.324	100	14.078	10,72

Fonte: Instituto Florestal (2010).

4.2 Obtenção dos Dados de Análise

Para a definição da metodologia de obtenção dos dados de interesse, levou-se em consideração as ferramentas hoje disponíveis nas Agencias Ambientais da CETESB do interior. Assim, os mapas digitais utilizados na análise dos dados e na elaboração das áreas prioritárias foram gerados pelo aplicativo SIGAM/GEO, do aplicativo Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGAM), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA).

Este aplicativo possui diversos planos de informações, dos quais foram utilizados limites territoriais dos municípios, rede de drenagem unifilar e bifilar extraídas de levantamentos do IBGE na escala 1:50.000, além dos limites das “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, do programa Biota/FAPESP, das Reservas Legais averbadas e digitalizadas e das unidades de conservação. Após, receberam tratamento de imagem através do software Adobe Photoshop, versão 6.0, com vistas a sobrepor os planos de informações que, posteriormente, foram sobrepostos no software Google Earth, versão 5.1, através da ferramenta “superposição de imagem”, para a definição das Escalas 8 e 9 de

prioridade e para a escolha das áreas com maior permeabilidade para conectividade.

As características de maior permeabilidade, como áreas de reflorestamentos de eucaliptos, quando estrategicamente localizadas são decisivas para a escolha das áreas que interligam as drenagens naturais. Áreas de reflorestamentos de eucaliptos, por exemplo, mesmo considerando o fato de ser exótica, são utilizados pela fauna em regiões fragmentadas, pois muitos animais utilizam o sub-bosque destes plantios, desde que com algum grau de regeneração por nativas, para permanência e movimentação, podendo ser aliado à conectividade de fragmentos florestais nativos (Gheler-Costa, 2006).

Pequenos mamíferos e até mesmo grandes felinos, carnívoros de topo, foram encontrados em talhos de reflorestamentos destas exóticas, que podem apresentar diversidade de fauna maior do que outras culturas, como pinus, cana-de-açúcar e pastagens (Gheler-Costa, 2006).

A definição e hierarquização final das áreas prioritárias teve como pressuposto conectar os remanescentes florestais da área de estudo, com escolha inicial de microbacias hidrográficas com presença de remanescentes florestais, mesmo que relativamente pequenos ou isolados, tendo em vista o fundamental papel que estas manchas florestais representam no contexto da paisagem extremamente fragmentada da região, além de prioridade máxima para os maiores remanescentes. Scariot (2003) ressalta que, por possuírem menores áreas, os remanescentes florestais pequenos preservam menor abundância e diversidade de espécies, sendo os grandes remanescentes florestais fundamentais em paisagens fragmentadas devido a possibilidade de fornecerem propágulos para o entorno, com boa probabilidade de uma composição florística mais bem estruturada, e com maior viabilidade de abrigar a fauna.

Em seguida foram analisados os tipos e permeabilidades das matrizes entre os remanescentes e as drenagens, verificando as variáveis abióticas e os planos de informações anteriormente citados.

Os tipos de solos não foram levados em consideração pois o Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo, mais abundantes da região, possuem baixos riscos de processos erosivos, por características como presença de argila, facilidade de infiltração e boa profundidade, características que ficam completas quando a vegetação florestal nativa encontra-se presente, estabilizando e favorecendo os ciclos biogeoquímicos solo/água/planta/atmosfera.

Esta metodologia foi aplicada isoladamente aos municípios, de forma a gerar uma malha de corredores ecológicos, ou áreas prioritárias de Escala 9 que, somadas à cobertura florestal nativa remanescente, poderão trazer um aumento dos índices municipais de cobertura florestal nativa de forma mais eficiente para garantir a preservação da biodiversidade com ênfase para fauna e flora.

Através do Google Earth foram realizadas quantificações estimadas das áreas das drenagens naturais prioritárias de Escala 9, bem como das áreas consideradas com maior permeabilidade por este estudo, para conectar a Escala 9 aos remanescentes florestais de interesse.

Tabela 7 Critérios para escolha do grau de prioridade para recuperação florestal visando conectividade.

Drenagens Inseridas em Microbacias com Algum Grau de Importância Ambiental para Conectividade e/ou para a Conservação da Biodiversidade:	
Escala de Enquadramento	Áreas Estratégicas - Grau de Importância:
1	Escala 3 do mapa "Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade" do Programa Biota/FAPESP.
2	Escala 4 do mapa "Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade" do Programa Biota/FAPESP.
3	Escala 1 inserida na APA Piracicaba/Juqueri Mirim; ou Escala 1 inserida na zona de amortecimento da ARIE da Mata Santa Genebra
4	Escala 2 inserida na APA Piracicaba/Juqueri Mirim
5	Escala 5 do mapa "Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade" do Programa Biota/FAPESP (Amparo); Área do remanescente florestal com presença de fauna representativa já confirmada em inventário realizado (Morungaba); ou Área do maior remanescente florestal do Bioma Cerrado na região do estudo (Paulínia).
6	Microbacias inseridas na Escala 1 e que possuam remanescentes florestais.
7	Microbacias inseridas na Escala 2 e que possuam remanescentes florestais.
8	Drenagens, remanescentes florestais e áreas permeáveis nas Escalas 3 e 4; ou Que interliguem os maiores remanescentes florestais municipais e as Reservas Legais à demais áreas do entorno.
9	Drenagens inseridas nas Escalas 1 à 4 e que interliguem os remanescentes da Escala 5 com os demais drenagens ou áreas permeáveis do entorno; e Corredores ecológicos prioritários para incremento da conectividade.
	Áreas permeáveis necessárias para conectividade das áreas prioritárias da Escala 9.
	Áreas urbanas e aglomerados urbanos
	Reservas Legais averbadas.

Não houve a necessidade da obtenção de índices de cobertura florestal da paisagem, pois os dados relevantes para a realização deste trabalho já constam nos levantamentos de cobertura vegetal natural realizados pelo Instituto Florestal/SMA em 2005 e 2010.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sobreposições, análises e interpretações dos mapas utilizados possibilitaram uma visão sistêmica da estrutura da paisagem, o que resultou na hierarquização de áreas prioritárias para conectar os remanescentes florestais nativos e isolados existentes na região de estudo.

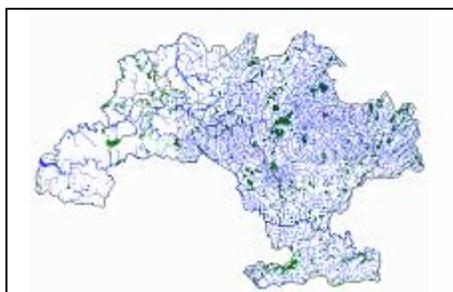


Figura 9 Região de estudo sem tratamento de imagem, com as redes de drenagem e os remanescentes florestais.

Fonte: SIGAM, 2010

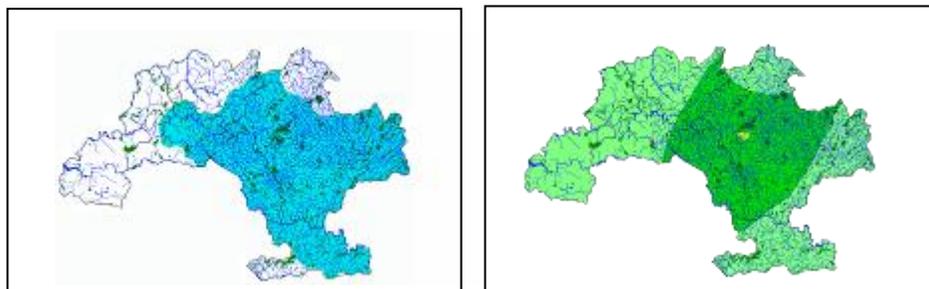


Figura 10 e 11 Região de estudo com tratamento de imagem através da coloração da APA Piracicaba Juqueri-Mirim e a zona de amortecimento da ARIE da Mata Santa Genebra, à esquerda, e das áreas prioritárias para incremento da conectividade, do programa Biota/FAPESP, à direita.

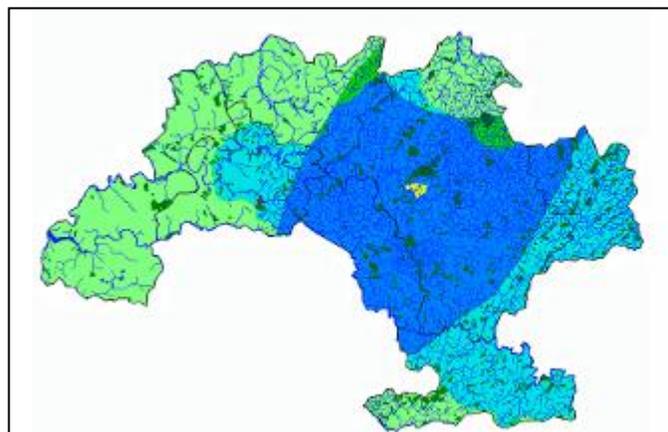


Figura 12 Região após sobreposição das Escalas de 1 à 4 (planos de informação).

Em seguida, foram delimitadas as áreas urbanas e aglomerados urbanos, definidos a partir do aplicativo Google Earth e sobrepostos nos mapas municipais individuais, conforme Figura 13:

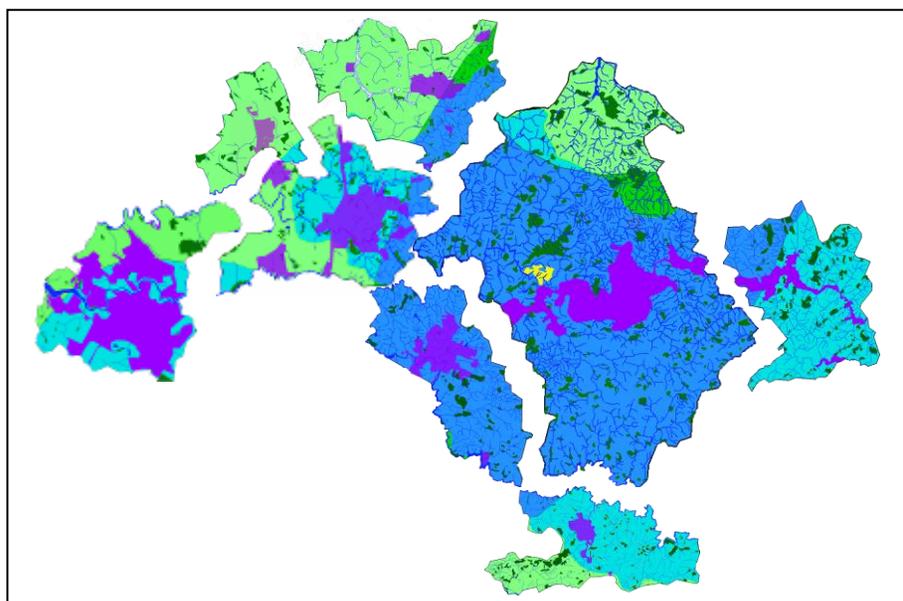


Figura 13 Municípios e suas áreas urbanas.

Como mapas finais, a análise destes planos de informação possibilitaram a elaboração dos mapas das áreas prioritárias indicados pelas Figuras 14 e 15:

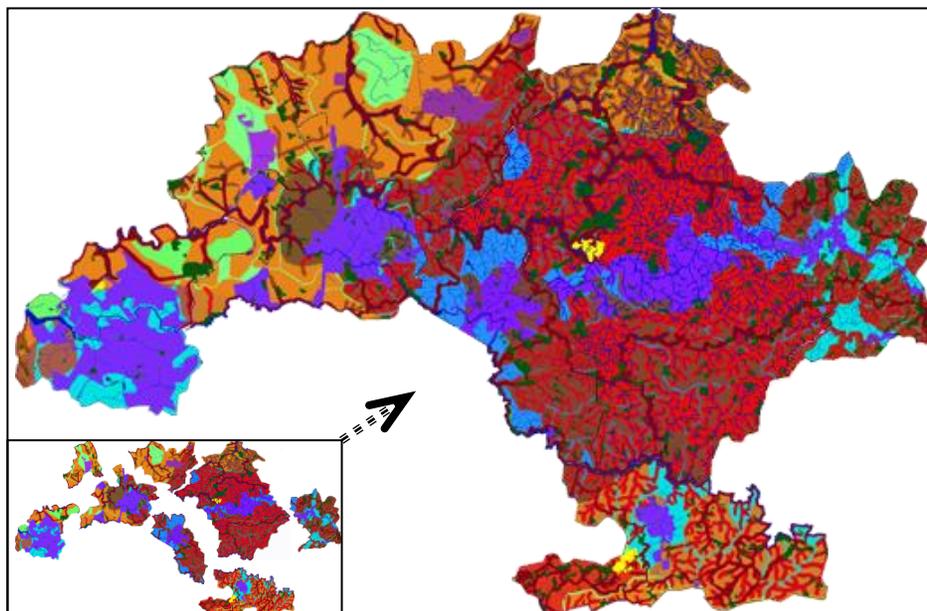


Figura 14 Microbacias hidrográficas e drenagens prioritárias para incremento da conectividade.

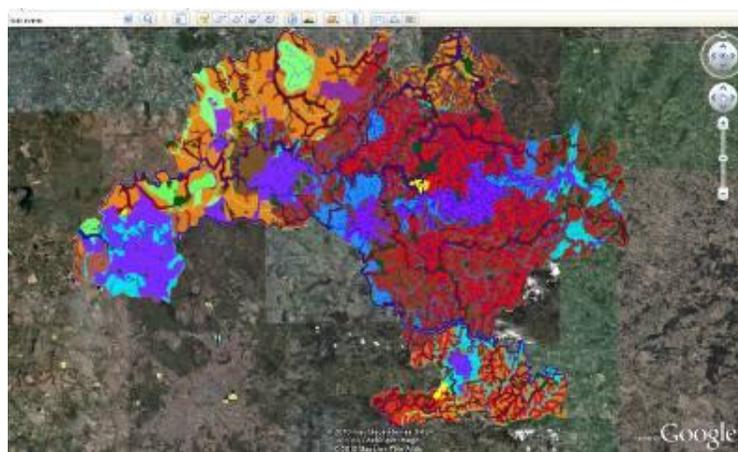


Figura 15 Superposição dos Mapas das Áreas Prioritárias no Google Earth.

Nas análises da paisagem gerada pelos mapas produzidos, pode-se inferir que os municípios possuem de uma forma geral baixa cobertura florestal nativa, com a maioria dos remanescentes florestais pequenos e isolados.

Para Fizon (2003), a densidade demográfica na área de ocorrência da Mata Atlântica ficou três vezes maior após a segunda metade do século XX, mais precisamente na década de setenta, e a infraestrutura necessária à manutenção desta crescente população teve impacto fundamental na perda de habitats e suas comunidades e populações. A migração da população rural para as cidades fez com que as áreas de expansão urbana impusessem uma pressão aos remanescentes florestais imediatamente localizados nestas áreas, efeito este mais latente na própria Mata Atlântica.

Este crescimento da malha urbana resulta em municípios que praticamente já não possuem áreas rurais para serem utilizadas em programas de conectividade das manchas florestais remanescentes. Assim, Fizon (2003) também destaca a necessidade de elaborar e implementar políticas públicas e programas de zoneamento ecológico-econômico como ações fundamentais para minimizar a perda de habitats, dando um ordenamento mais adequado ao solo, de forma a diminuir a pressão sobre os recursos naturais, principalmente as florestas, com desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável. Segundo ainda este autor, há correlação direta entre a implantação de infraestruturas urbanas e o desmatamento, como por exemplo, a abertura de estradas. Esta característica é mais fortemente notada na região de abrangência do estudo, pois encontra-se no eixo econômico São Paulo / Minas Gerais, vizinha à segunda maior região metropolitana do estado e com uma das maiores concentrações industriais do sudeste, incluindo o maior pólo petroquímico da América Latina.

Paulínia, por exemplo, foi o município com a menor possibilidade de estabelecer áreas prioritárias para conectividade, pois possui relativa carência de drenagens naturais, se comparado aos demais municípios estudados, além de deter a maior concentração urbana e industrial, características que contribuíram, direta ou indiretamente, para colocar o município no penúltimo lugar em cobertura florestal nativa remanescente. Torna-se urgente, neste território municipal, ações necessárias para conectar o remanescente do bioma Cerrado existente e anteriormente citado; garantir a averbação da Reserva Legal das propriedades ainda consideradas rurais pelas leis de uso e ocupação do solo; garantir a proteção do maior remanescente florestal do bioma Mata Atlântica de seu território, localizado na porção nordeste; e recuperar e preservar as áreas de preservação permanente (APP) dos rios Atibaia, na porção central, e, principalmente, Jaguari, na porção norte, o qual possui menores impactos ambientais negativos relacionados à ocupação urbana de suas margens, sendo sua APP classificada na Escala 9 de prioridade para estabelecer conectividade.

De uma forma geral, nas áreas prioritárias que interligam as drenagens naturais classificadas entre as Escalas 8 e 9, definidas por este trabalho como áreas permeáveis, devem ser priorizadas atividades que unam o interesse econômico ao da conservação da biodiversidade, através da manutenção ou implantação de matrizes consideradas permeáveis, hierarquizadas em maior grau de permeabilidade as ocupadas por vegetação florestal nativa nos estágios mais avançados de sucessão ecológica, seguidas pelas florestas nativas nos demais estágios sucessionais, pelas áreas com uso por SAF (AmbienteBrasil, 2009), pelas culturas abandonadas (Gheler-Costa, 2006), mais precisamente eucalipto e café, sendo estas culturas abundantes na região de estudo, e, por fim, como citado por Uezu (2006), pelas pastagem abandonadas, onde os trampolins ecológicos (*stepping stones*) podem ser viáveis para restauração florestal.

Os corredores ecológicos, ou áreas prioritárias definidas pela Escala 9, deverão ser implantadas, preferencialmente, com largura mínima de cem metros, ou seja, cinquenta metros em ambas as margens, independente da largura dos cursos d'água selecionados. Korman (2003), também recomenda corredores de cem metros em APP, de forma a minimizar os prováveis efeitos de borda.

Para Metzger (2010), as APP que possuam matas ripárias com largura de cem metros oferecem maiores garantias de conservar a biodiversidade. Com base nesta metragem padrão para todas as drenagens naturais definidas na Escala 9, foram estimadas as áreas prioritárias desta escala, conforme Tabela 8, que, somadas, ultrapassam 550 quilômetros de extensão.

Tabela 8 Quantificação das Áreas Prioritárias de Escala 9 e Áreas Permeáveis para Conectividade.

Municípios	Área Total (ha)	Cobertura Vegetal Nativa Original (%)	Cobertura Florestal Nativa Existente (ha)	%	Área Estimada das Drenagens Escolhidas (Escala 9) + Áreas Permeáveis (ha)	%	Cobertura Florestal Existente + Áreas dos Corredores Propostos (ha)	%
Amparo	44.601	100	5813	13,03	873	1,96	6686	15,00
Holambra	6.428	100	562	8,74	188	2,92	750	11,67
Jaguariúna	14.244	100	949	6,66	374	2,63	1323	9,29
Monte Alegre do Sul	11.086	100	2275	20,52	311	2,81	2586	23,33
Morungaba	14.650	100	2048	13,98	978	6,68	3026	20,68
Paulínia	13.933	Praticamente 100	586	4,21	236	1,69	822	5,90
Pedreira	10.971	100	1216	11,08	355	3,24	1571	14,32
Santo Antonio de Posse	15.411	100	629	4,08	483	3,13	1112	7,22
	131.324	100	14.078	10,29	3.798	3,13	17.876	13,44

As faixas de cem metros dos corredores a serem formados pelas áreas prioritárias de Escala 9 também poderão ser viabilizadas através de compensações ambientais geradas pelo Licenciamento Ambiental, sem qualquer

ônus por parte dos proprietários dos imóveis rurais que porventura receberem estes corredores, e ainda, com a possibilidade de retornos econômicos a estes proprietários através de mecanismos legalmente existentes, tais como a averbação destas faixas em servidões florestais (cotas de Reserva Legal) e/ou com uso das mesmas para SAF (MMA, 2006), destacando que as APP possuem restrições legais para estas possibilidades.

Segundo Metzger (2010), outros dois motivos para não incorporar as APP como Reserva Legal são a diminuição das limitações administrativas, que afeta negativamente a possibilidade de atender o percentual mínimo necessário para a conservação da biodiversidade em áreas altamente fragmentadas, como é o caso da região de estudo e de boa parte do Estado de São Paulo, e as funções ambientais distintas que ambas as áreas exercem, pois as Reservas Legais e as APP normalmente possuem características topográficas, pedológicas, microclimáticas e hidrológicas diferentes, o que distingue também as características ecológicas de cada uma destas áreas legalmente protegidas.

Alger (2003) também destaca que projetos de recomposição florestal como o presente podem ser viabilizados com recursos de fundos como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), instrumento criado pelo Protocolo de Kyoto, da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, quando tais projetos visem conectar áreas florestais em municípios com cobertura florestal nativa inferior a 20%, e devem ser priorizados. Segundo Resolução SMA nº 55, de 11 de agosto de 2009, 20% também é a área mínima de cobertura vegetal nativa que os municípios paulistas devem buscar.

Quanto às porcentagens de aumento da cobertura florestal nativa, as áreas prioritárias de Escala 9 e as áreas permeáveis remetem à possibilidade de aumento da cobertura florestal municipal na ordem de 3%, em média, porém as características geográficas e sócio-econômicas intrínsecas de cada município contribuíram decisivamente na escolha e quantificação das áreas prioritárias.

Morungaba, no entanto, foi o município com o maior número de áreas prioritárias de Escala 9 fixadas, com aproximadamente 6,68% de seu território. Fatores que contribuíram para este resultado foram: possuir o único remanescente florestal com estudo de fauna conhecido pelo presente estudo, como anteriormente citado, que remete à necessidade premente de protegê-lo e conectá-lo; ter grande número de drenagens naturais e de remanescentes florestais de interesse; possuir uma área urbana pequena; ter a maior relação de comprimento do seu território no sentido leste/oeste do que de norte/sul, sendo esta relação fundamental devido ao fato de que os corredores de Escala 9 propostos seguem neste sentido, ou seja, de leste/oeste, influenciados pela posição dos oito municípios em conjunto.

A paisagem de Holambra, assim como a de Paulínia, reserva um cenário de uso quase que total de seu território por atividades antrópicas, só que com predominância destas atividades na zona rural, para cultivo e produção de flores.

Amparo, Jaguariúna e Monte Alegre do Sul possuem seus centros urbanos implantados às margens do Rio Camanducaia, inclusive com inúmeras ocupações históricas e atuais das próprias APP deste rio. A mesma característica ocorre com o Rio Jaguari nos trechos urbanos de Jaguariúna e Pedreira, bem como com o Rio Atibaia, em Paulínia.

Estes centros urbanos influenciaram na escolha das microbacias e drenagens propostas, uma vez que as APP destes rios, nos centros urbanos, praticamente não possuem mais condições de manter suas funções ambientais e propiciarem conectividade. As demais áreas rurais dos municípios ainda possuem remanescentes florestais que podem ser conectados, conforme indicado nos mapas, se as ações para este propósito forem urgentes e eficazes. Em todos os municípios a maior parte das propriedades rurais não cumprem suas funções sócio-ambientais, no que diz respeito à Reserva Legal averbada e APP respeitadas e preservadas, quando existentes.

O presente estudo demonstra que a conectividade da vegetação florestal nativa remanescente é viável e não ocuparia mais do que 5% do território dos municípios, em média. A conectividade proposta não remete à perda de grandes áreas atualmente utilizadas economicamente pelo meio rural, mas com possibilidade de oferecer inestimáveis ganhos ambientais para a conservação da biodiversidade, principalmente da fauna, com retorno econômico para os proprietários rurais envolvidos.

Portanto, este estudo recomenda fixar o índice de 5% para aumento de cobertura florestal a ser buscado pelos próximos 10 anos, por município, com exceção de Monte Alegre do Sul, que já possui índice superior a 20%.

Foram gerados mapas em formato de arquivo digital (.gif), reconhecido pelo aplicativo Google Earth, contendo drenagens naturais, cobertura florestal nativa, áreas urbanas, “Áreas Prioritárias para Incremento da Conectividade”, do Programa Biota/FAPESP, limites das Unidades de Conservação e de suas zonas de amortecimento, bem como microbacias, drenagens e demais áreas prioritárias definidas pelo presente estudo.

Os planos de informações foram, por fim, sobrepostos no Google Earth, gerando arquivos digitais (.kmz), os quais poderão ser disponibilizados para toda a sociedade de uma forma geral, inclusive para o Poder Público, em caso de interesse, de forma a subsidiar, a elaboração e adoção de políticas públicas para incrementar a conectividade entre os remanescentes florestais desta região ou macro-paisagem.

Nos trechos em que as áreas prioritárias propostas por este trabalho são cortadas pelas rodovias ou estradas municipais existentes, propõe-se estratégias para proteção e fluxo mais seguro da fauna, como a implantação de infraestruturas que garantam a manutenção das funções ecológicas desta áreas de conectividade.

Estas infraestruturas são compreendidas como placas de sinalização, redutores de velocidade, passarelas aéreas conectando o dossel de remanescentes florestais, e ainda, conforme Korman (2003), a implantação de túneis para locomoção, com instalação conjunta de cercas nas margens da rodovia, para direcionamento dos animais para estas passagens subterrâneas.

É interessante destacar que diversas áreas prioritárias definidas por este estudo estão inseridas em microbacias prioritárias para a produção de água, conforme mapas digitais das sub-bacias dos rios Atibaia, Camanducaia e Jaguari, constantes no Plano Diretor para Recomposição Florestal das Bacias PCJ (CBH – PCJ, 2005).

As áreas compreendidas pelo maior remanescente do Bioma Cerrado da região de estudo, em Paulínia, e da “Mata do Topo”, na Fazenda Malabar, em Morungaba, que ainda preservam certa diversidade da fauna, possuem extrema importância para conservação, inclusive para criação de unidades de conservação, e por isso foram consideradas na Escala 9 de prioridade.

Quanto ao remanescente florestal do bioma Cerrado de Paulínia, parte já destinada para compor o Parque Municipal do Cerrado, conforme projeto da Prefeitura Municipal de Paulínia, já há tratativas entre a municipalidade, CETESB e grupo empresarial circunvizinho, para viabilizar a implantação da conectividade florestal deste remanescente de Cerrado às APP circunvizinhas.

6 CONCLUSÃO

Os resultados propõem para a região de abrangência da CETESB de Paulínia, pela primeira vez, a possibilidade de nortear ações, estratégias e políticas públicas para conectar remanescentes florestais com o objetivo de preservar a biodiversidade ainda existente nesta região.

Os municípios que compõem a região de abrangência da CETESB de Paulínia refletem a realidade da grande maioria dos municípios do interior paulista, que é a baixa cobertura florestal nativa remanescente, o isolamento e a pequena área dos remanescentes florestais, a ocupação urbana desordenada, principalmente no que diz respeito à intensa e ainda crescente ocupação de APP nos centros urbanos, e a falta de Reservas Legais averbadas, ou, simplesmente, preservadas.

Este cenário de degradação revela a urgência de ações para estabelecimento da conectividade no âmbito da região de estudo, utilizando o mapa das áreas prioritárias do Programa Biota/FAPESP como referência, e tendo a ecologia da paisagem dentre os principais ramos da ciência para compreender as dinâmicas do uso e ocupação do solo.

É fundamental que as propriedades rurais cumpram suas funções sócio-ambientais, por meio da preservação e recuperação das APP e regularização das Reservas Legais, para que estas limitações administrativas do direito de uso das propriedades possam ser utilizadas e priorizadas para este ou para que qualquer outro estudo, projeto ou programa de conectividade tenha sucesso na conservação da biodiversidade, em seu sentido mais amplo.

O SIGAM/GEO demonstrou ser uma excelente ferramenta de diagnóstico ambiental e de planejamento para ações de conservação, recuperação e compensação do meio ambiente no Estado de São Paulo.

Este aplicativo deve ser enraizado na rotina de trabalho das agências ambientais da CETESB e demais órgãos da SMA, pois oferece, cada vez mais, subsídios para o devido embasamento técnico na tomada de decisão e no planejamento ambiental regional. Com o auxílio deste aplicativo e demais softwares facilmente disponíveis, esta metodologia poderá ser disseminada e adotada, em caso de interesse, face às características intrínsecas de cada uma das regiões paulistas.

As áreas prioritárias aqui definidas deverão ser submetidas a diversos atores, tais como as Casas da Agricultura, Prefeituras Municipais, Comitê das Bacias PCJ e demais entidades da sociedade civil organizada que conheçam de perto as realidades e características ambientais e sociais locais, pois o sucesso da conectividade através das microbacias definidas por este estudo ou qualquer outro projeto com o mesmo propósito dependem do envolvimento de todos os responsáveis técnicos e legais para o planejamento e a implantação de tais medidas, bem como da sociedade engajada na defesa do meio ambiente.

Tendo em vista este propósito, os mapas das áreas prioritárias gerados por este trabalho no formato (.kmz) serão disponibilizados para todos estes atores envolvidos, em caso de interesse, para que este trabalho possa realmente ser o início de uma discussão democrática e produtiva para a fixação de metas e de políticas públicas de conservação da vegetação florestal nativa remanescente, bem como da biodiversidade regional nela inserida.

Enfim, a implantação da conectividade florestal por meio de corredores ecológicos e de matrizes ou áreas permeáveis é complexa pois envolve inúmeras variáveis, sejam de ordem física ou biótica, natural ou antrópica, como geomorfologia, hidrografia, clima, áreas urbanas, pastagens, culturas, estradas, reflorestamentos ou invasão de espécies da flora ou da fauna exóticas, modo de vida e de cultura de determinadas comunidades, aumento ou diminuição de populações ou de espécies da fauna e da flora por desequilíbrios ecológicos.

É premente a necessidade de conectar os remanescentes florestais nativos da região de estudo, sob pena dos municípios estarem fadados à contínua e crescente fragmentação florestal, sem possibilidade de atingir um mínimo de 20% de cobertura florestal nativa, e com risco de muitos deles entrarem na lista dos que possuem menos de 5% de vegetação florestal nativa original, como Paulínia e Santo Antonio de Posse. Neste caso, os danos à biodiversidade regional serão, muito provavelmente, irreversíveis e irreparáveis, com formações florestais que não possuirão mais condições de manter sua biodiversidade em longo prazo, gerando florestas vazias em diversidade de flora e fauna, num círculo vicioso de extinção regional.

O Poder Público e a sociedade são responsáveis pelo futuro do Cerrado e da Mata Atlântica, pela obrigação moral da perpétua gratidão à grandiosidade dos serviços ambientais prestados por estes biomas, e, para que este futuro aconteça, não há como mensurar ou medir os esforços necessários de todos na busca pelo atendimento ao interesse público coletivo de sua preservação, que remete à preservação de todas as espécies ainda viventes destes biomas, inclusive a humana.

REFERÊNCIAS

ALGER, K; LIMA, A. et. al. Gestão de Paisagens Fragmentadas e Recomendações de Políticas Públicas: Políticas Públicas e a Fragmentação de Ecossistemas. In: RAMBALDI, D. M.; de OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, Brasília, p.392-419, 2003.

ALHO, C. J. R. The Value of Biodiversity, **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n.4, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151969842008000500018&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em 06 mar. 2010.

AMBIENTEBRASIL. **Sistemas Agroflorestais: Aspectos Ambientais e Sócio-Econômicos**. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuaria/artigo_agropecuaria/sistemas_agroflorestais%3A_aspectos_ambientais_e_socio-economicos.html>. Acesso em 12 dez. 2009.

Araújo, N. B.; TEJERINA-GARRO, F. Composição e Diversidade da Ictiofauna em Riachos do Cerrado, Bacia do Ribeirão Ouvidor, Alto Rio Paraná, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.24, n.4, dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752007000400014&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 06 mar. 2010.

AYRES, J. M. *et al.* **Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil**, 2005, 256 p.

BOSCOLO, D. **Influência da Estrutura da Paisagem Sobre a Persistência de Três Espécies de Aves em Paisagens Fragmentadas da Mata Atlântica**. 2007, 237p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

BRASIL, **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**: Institui o Novo Código Florestal.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**: 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.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**: Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**: Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

CBH - PCJ. **Plano Diretor para a Recomposição Florestal Visando a Produção de Água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. v.1, 134p. mai. 2005, Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/PCJ_Prog-Recomp-Florestal_Vol-I_Mai-05.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2010.

CBH - PCJ. **Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**: Quadriênio 2008-2011. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2008, 662p.

CEPAGRI, **Dados Climatológicos**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em 12 fev. 2010.

CERQUEIRA, R. et. al. Fragmentação: Alguns Conceitos. In: RAMBALDI, D. M.; de OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, Brasília, p.24-39, 2003.

CETESB. **Nova CETESB**: Uma empresa que Já Nasce com Renome. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2010, 35p.

CIOCHETI, G. **Uso de Habitat e Padrão de Atividade de Médios e Grandes Mamíferos e Nicho Trófico de Logo-Guará (*Chrysocyon brachyurus*), Onça-Parda (*Puma concolor*) e Jaguatirica (*Leopardus pardalis*) numa Paisagem Agroflorestal, no Estado de São Paulo**. 2008, 78p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos e Terrestres) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

CIÊNCIA HOJE ON-LINE, **A História do Cerrado**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/11/a-historia-do-cerrado/?searchterm=A%20história%20do%20cerrado>>. Acesso em: 18 dez. 2009.

CIÊNCIA HOJE ON-LINE, **Absorção em baixa**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/04/absorcao-fragmentada>>. Acesso em: 23 mar. 2010.

COELHO-DE-SOUZA, C. H. **Proposta de Método para Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Pequenos Municípios**. 2009, 179p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

CONDEZ, T. H. **Efeitos da Fragmentação da Floresta na Diversidade e Abundância de Anfíbios Anuros e Lagartos de Serapilheira em Uma Paisagem do Planalto Atlântico de São Paulo**. 2008, 190p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

CONSERVATION INTERNATIONAL, **Planejando Paisagens Sustentáveis: A Mata Atlântica Brasileira**. 2010, 28p. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/Planejamento%20de%20paisagens%20sustentaveis.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2009.

COSTA, C. P. A. **Efeitos da Defaunação de Mamíferos Herbívoros na Comunidade Vegetal**. 2004, 107p. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

COSTA, R. **Impactos Sobre Remanescentes de Florestas de Mata Atlântica na Zona Oeste da Grande São Paulo: Um Estudo de Caso da Mata da Fazenda Tizo**. 2006, 211p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

DAEE/UNESP. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Departamento de Águas e Energia Elétrica / Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 1982.

de AFRODITE, I et. al. **Panorama Global da Biodiversidade Destaca Risco de Colapso Ambiental**. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/?25040/Panorama-Global-da-Biodiversidade-destaca-risco-de-colapso-ambiental>>. Acesso em 13 maio 2010.

de ANDRADE, M. R. M. **Planejamento Ambiental da APA Cabuçu-Tanque Grande, Guarulhos/SP**. 2009, 187p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

de BRITZ, R. M. et. al. Gestão de Paisagens Fragmentadas e Recomendações de Políticas Públicas: Manejo do Entorno. In: RAMBALDI, D. M.; de OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, Brasília, p.348-365, 2003.

FAPESP 2010, **Manual de Emergência: Mapas definem diretrizes para preservação da vegetação nativa, restauração das áreas degradadas e pesquisa ambiental em São Paulo**. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3384&bd=1&pg=1>>. Acesso em 15 fev. 2010.

FISZON, J. T. et. al. Causas da Fragmentação: Antrópicas. In: RAMBALDI, D. M.; de OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, Brasília, p.66-99, 2003.

FLEURY, M. H. **Interações Ecológicas entre Plantas e Animais: Implicações para a Conservação e Restauração de Uma Ilha Pluvial Atlântica**. 2009, 126p. Dissertação (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

GASPAR, D. A. **Comunidade de Mamíferos não Voadores de Um Fragmento de Floresta Atlântica Semidecídua no Município de Campinas/SP**. 2005, 144p. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

GHELIER-COSTA, C. **Distribuição e Abundância de Pequenos Mamíferos em Relação à Paisagem da Bacia do Rio Passa-Cinco**. 2006, 90p. Dissertação (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

GOOGLE, Google Earth. Disponível em: <www.earth.google.com> Acesso em 18 jan. 2010.

IBGE, **Mapa Biomas**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas_doc6.shtm>. Acesso em 18 dez. 2009.

IBGE, **Mapas Interativos: Divisões Territoriais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/website/divisao/viewer.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2010a.

IBGE, **Cidades@**, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 22 mar. 2010b.

INSTITUTO FLORESTAL, **Novo Inventário Florestal mostra 886 Mil Hectares a mais de Vegetação Nativa**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/inventarioFlorestal/municipio_maior_porc.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2010.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**, Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, São Paulo, 2008, 104p.

MACHADO, M. **Reservas Particulares no Estado de São Paulo: Avaliação da Efetividade na Conservação da Natureza**. 2007, 165p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

MARGIT, A. O Ano Final do Cerrado. **Revista Eco 21**, Ano XIV, Edição 92, Julho 2004. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=830>>. Acesso em: 21/01/2010.

MARTENSEN, A. C. **Conservação de Aves de Sub-bosque em Paisagens Fragmentadas: Importância da Cobertura e da Configuração do Habitat**. 2008, 160p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

MARTINS, A. M. **O Processo de Regeneração Natural e a Restauração de Ecossistemas em Antigas Áreas de Produção Florestal**. 2009, 89p. Dissertação (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

MARTINS, J. P., et. al. **Panorama do Meio Ambiente: Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá** – PCJ, Campinas, Editora Komedi, 2005, 144p.

MAZZEI, K. **Corredores de Fauna na Região Cantareira Mantiqueira: Evidências Geográficas**. 2007, 160p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

MENDES, J. T. C. **Caracterização Fitogeográfica como Subsídio para a Recuperação e a Conservação da Vegetação na Bacia do Rio Corumbataí/SP**. 2004, 121p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

METZGER, J. P. **O que é Ecologia de Paisagens?** v.1, n.1, 9p., Biota Neotrópica. 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>. Acesso em: 26 mar. 2010.

METZGER, J.P. Bases Biológicas para a Reserva Legal. **Ciência Hoje**, v. 31, n.183, jun. 2002.

METZGER, J. P.; CASATTI, L. **Do Diagnóstico à Conservação da Biodiversidade: o Estado da Arte do Programa BIOTA/FAPESP**. Biota Neotrópica, v.6, n.2, 23p. Mai./Set. 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?point-of-view+bn00106022006>>. Acesso em: 26 mar. 2010.

METZGER, J. P. Como Lidar com Regras Pouco Óbvias para Conservação da Biodiversidade em Paisagens Fragmentadas. **Natureza & Conservação**. V. 4, n.2, out. 2006, p. 11-23.

METZGER, J. P. **O Código Florestal tem Base Científica?** Conservação e Natureza. Disponível em: <http://www.sosflorestas.com.br/visoes_2.php?a=37>. Acesso em: 02 jun. 2010.

MIACHIR, J. I. **Caracterização da Vegetação Remanescente Visando à Conservação e a Restauração Florestal no Município de Paulínia – SP.** 2009, 235p. Dissertação (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

MMA, **O Corredor Central da Mata Atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade.** Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional, Fundação SOS Mata Atlântica, 46p. 2006

MOULTON, T. P.; de SOUZA, M. L. **Conservação com Base em Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <<http://www.ecologiavegetalufpb.net/conservacao%20com%20base%20em%20bacias%20hidrograficas.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2010.

MUCHAILH, M. C. **Análise da Paisagem Visando à Formação de Corredores de Biodiversidade.** 2007, 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2007/d474_0676-M.pdf>. Acesso em 15 fev. 2010.

NAKANO-OLIVEIRA, E. **Ecologia e Conservação de Mamíferos Carnívoros de Mata Atlântica na Região do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo.** 2006, 217p. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

NAXARA, L.R.C. **Importância de Corredores Ripários para a Fauna – Pequenos Mamíferos em Manchas de Floresta, Matriz do Entorno e Elementos Lineares em Uma Paisagem Fragmentada de Mata Atlântica.** 2008, 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

PENTEADO, M. J. F. **As Onças e as Abundâncias de Predadores Intermediários em Fragmentos de Mata Atlântica no Estado de São Paulo.** 2006, 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

PIVELLO, V. P. et al. **Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda.** Acta Bot. Bras.. v.20, n.4, p.845-859, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n4/10.pdf>>. Acesso em 28 dez. 2009.

PRIMACK R. B; RODRIGUES. E. **Biologia da Conservação.** Londrina, 2001, 328p.

RAMBALDI, D. M. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas.** MMA/SBF, 2003, 510p.

REDFORD, K. H. A., 1992. Empty Forest. Bio Science. 6(42):412-422. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/1311860>>. Acesso em: 22 dez. 2009.

RUSSO, A. S. **Estimativa da Vulnerabilidade de Aquíferos Utilizando Sistemas de Informação Geográfica e Geoestatística: UGRHI-PCJ.** 2009, 75p. Dissertação (Mestrado em Hidrogeologia e Meio Ambiente) - Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 50.079, 24 de julho de 1968:** Criação do Centro Tecnológico de Saneamento Básico, CETESB, integrado ao FESB.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976:** Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 8.468 de 08 de setembro de 1976:** Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 7.438, de 16 de julho de 1991:** Declara Área de Proteção Ambiental - APA - regiões que especifica, dando providências correlatas.

SÃO PAULO. **Lei Complementar Estadual nº 870, de 19 de junho de 2000:** Cria a Região Metropolitana de Campinas, o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Campinas e autoriza o Poder Executivo a instituir entidade autárquica, a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da Região de Campinas, e dá providências correlatas.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 13.542, de 08 de maio de 2009:** Altera a denominação da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e dá nova redação aos artigos 2º e 10 da Lei nº 118, de 29 de junho de 1973.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 13.550, de 02 de junho de 2009:** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado no Estado, e dá providências correlatas.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE / IBAMA. **Resolução Conjunta SMA-IBAMA/SP nº 1, de 17 de fevereiro de 1994** - ver forma correta de citar legislação.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA nº 13, de 22 de fevereiro de 2008:** Dispõe sobre a concessão de autorização para a supressão de vegetação nativa para implantação de obras de interesse público.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA nº 31, de 19 de maio de 2009:** Dispõe sobre os procedimentos para análise dos pedidos de supressão de vegetação nativa para parcelamento do solo ou qualquer edificação em área urbana.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA nº 55, de 11 de agosto de 2009:** Altera a denominação do Projeto Ambiental Estratégico Município Verde para Projeto Ambiental Estratégico Município VerdeAzul, estabelece os parâmetros para avaliação dos Planos de Ação Ambiental no exercício de 2009, e dá providências correlatas.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA nº 64, de 10 de setembro de 2009:** Dispõe sobre o detalhamento das fisionomias da Vegetação de Cerrado e de seus estágios de regeneração, conforme Lei Estadual nº 13.550, de 2 de junho de 2009, e dá providências correlatas.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA n° 86, de 26 de novembro de 2009:** Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa em áreas rurais no Estado de São Paulo.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução SMA n° 49, de 08 de junho de 2010:** Reconhece a Reserva Particular do Patrimônio Natural “Duas Cachoeiras” localizada no Município de Amparo.

SCARIOT, A. et. al. Efeitos da Fragmentação sobre a Biodiversidade: Vegetação e Flora. In: RAMBALDI, D. M.; de OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas.** Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, Brasília, p.104-123, 2003.

SIGAM. **SIGAM/GEO.** Aplicativo. Sistema Integrado de Gestão Ambiental. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

SIVIERO, M. R. L. **A Produção de Sedimentos a Montante de Uma Seção do Rio Atibaia Associada à Descarga Sólida Transportada.** 1999, 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

SOUZA, L. C. F. **Verificação de Parâmetros Hídricos da Bacia do Rio Jaguari no Município de Jaguariúna.** 2005, 144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

SPÍNOLA, C. M. **Influência dos Padrões Estruturais da Paisagem na Comunidade de Mamíferos Terrestres de Médio e Grande Porte na Região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo.** 2008, 68p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

STALEY, J. T. **BIOTA/FAPESP, Brazil's Model Program for Assessing Global Biodiversity.** Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00501122001+en>>. Acesso em 28 mar. 2010.

TABARELLI, M. et. al. **Forest Fragmentation, Synergisms and the Impoverishment of Neotropical Forests**. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/Synergism.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2010.

TIMO, T. P. C. **Mamíferos de Médio e Grande Porte em Áreas de Cultivo de Eucalipto das Bacias do Alto Paranapanema e Médio Tietê, Estado de São Paulo**. 2009, 222p. Dissertação (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba.

UEZU, A. **Composição e Estrutura da Comunidade de Aves na Paisagem Fragmentada do Pontal do Paranapanema**. 2006, 193p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

UMETSU, F. **Pequenos Mamíferos em Um Mosaico de Habitats Remanescentes e Antropogênicos: Qualidade da Matriz e Conectividade em Uma Paisagem Fragmentada de Mata Atlântica**. 2005, 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

VIEIRA, M. V. et. al. Efeitos da Fragmentação sobre a Biodiversidade: Mamíferos. In: RAMBALDI, D. M.; de OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas**. Ministério do Meio Ambiente - MMA/SBF, Brasília, p.126-151, 2003.

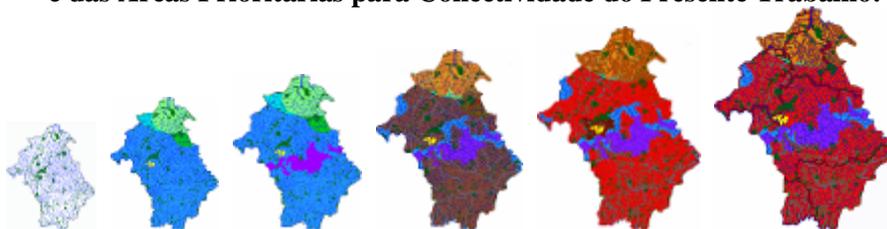
VIVO, M. **Reino Animalia**. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/pdf/v6cap05.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2010.

WWF, **Forests Are New York City's Best Hope for Long Term Supply of Clean Water**. World Wildlife Fund. Disponível em: <<http://www.worldwildlife.org/who/media/press/2003/WWFPresitem645.html>>. Acesso em: 15 fev. 2010.

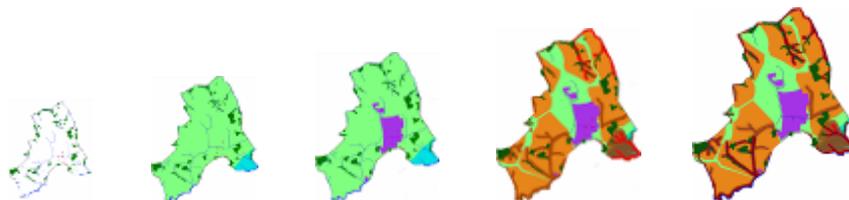
ANEXOS

ANEXO A - MAPAS

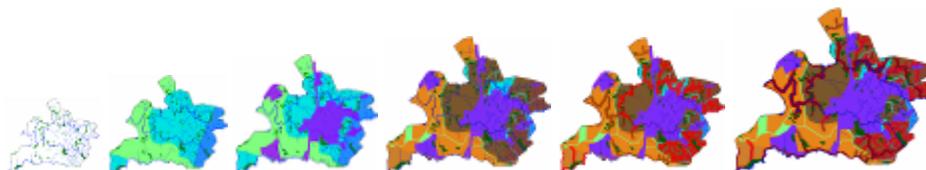
Mapas das Coberturas Florestais, das Áreas Urbanas, das Unidades de Conservação, das Escalas de Prioridades do Programa Biota/FAPESP e das Áreas Prioritárias para Conectividade do Presente Trabalho:



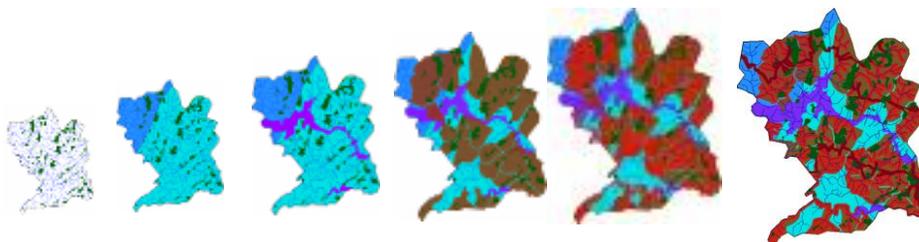
Município: Amparo



Município: Holambra



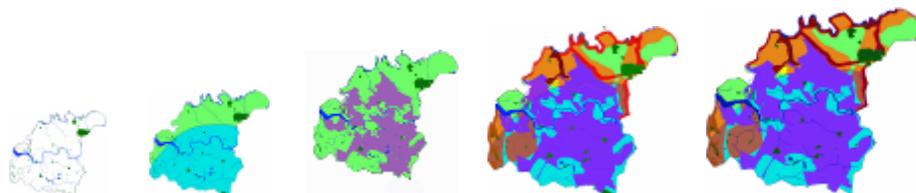
Município: Jaguariúna



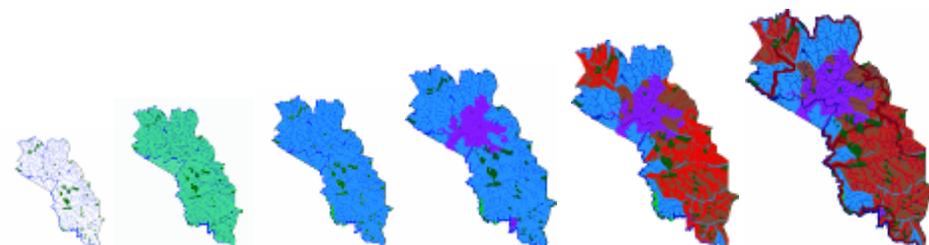
Município: Monte Alegre do Sul



Município: Morungaba



Município: Paulínia

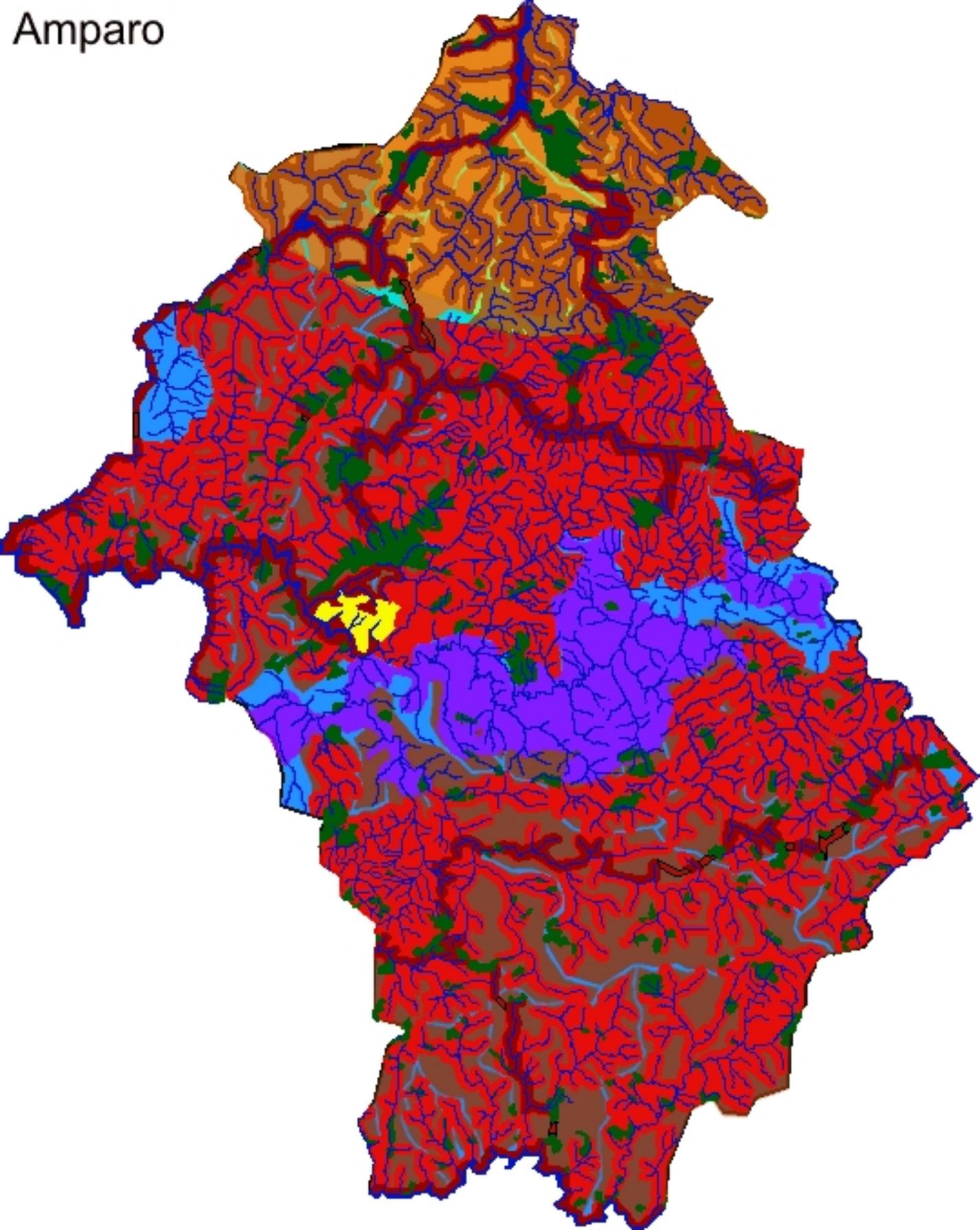


Município: Pedreira

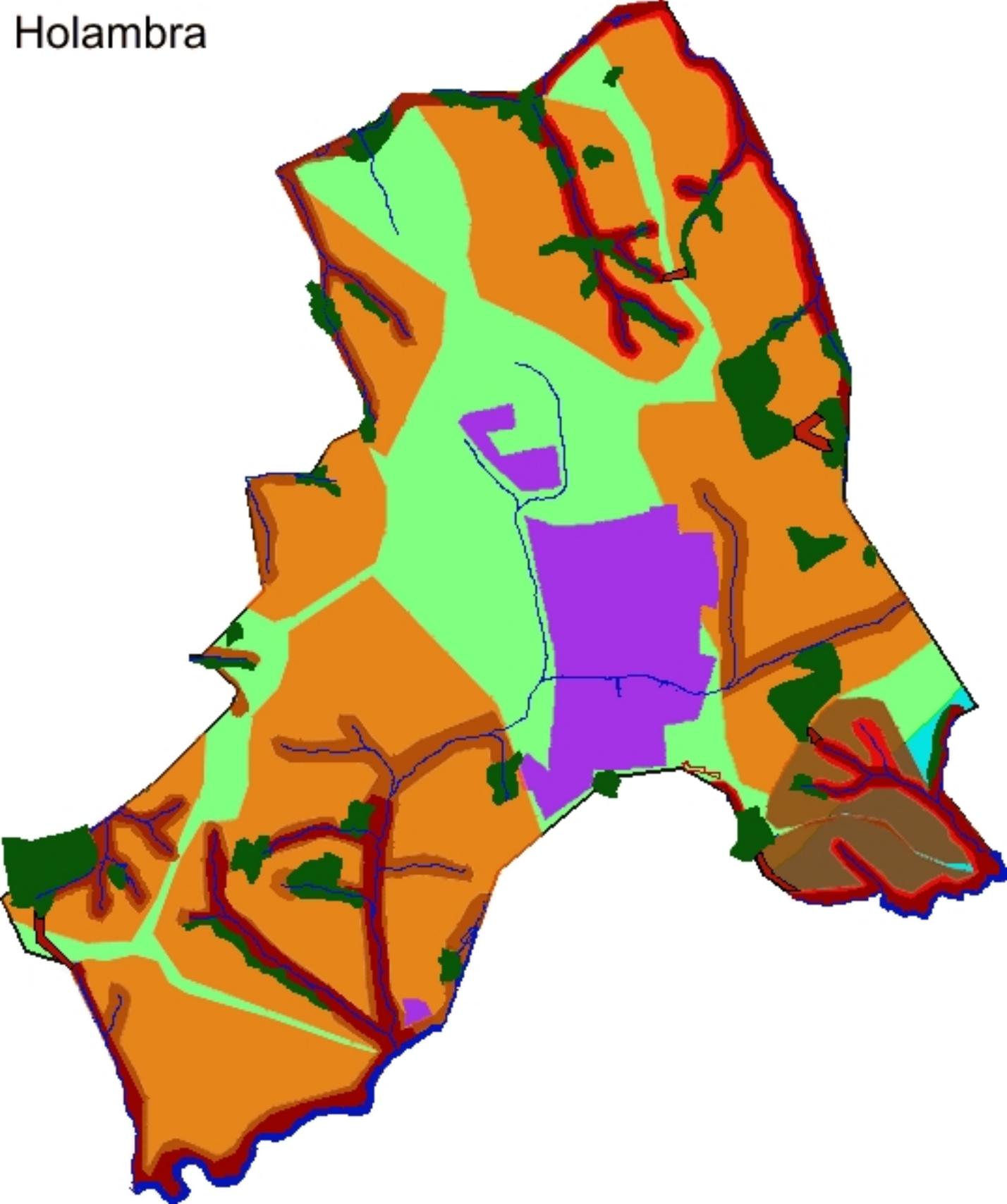


Município: Santo Antonio de Posse

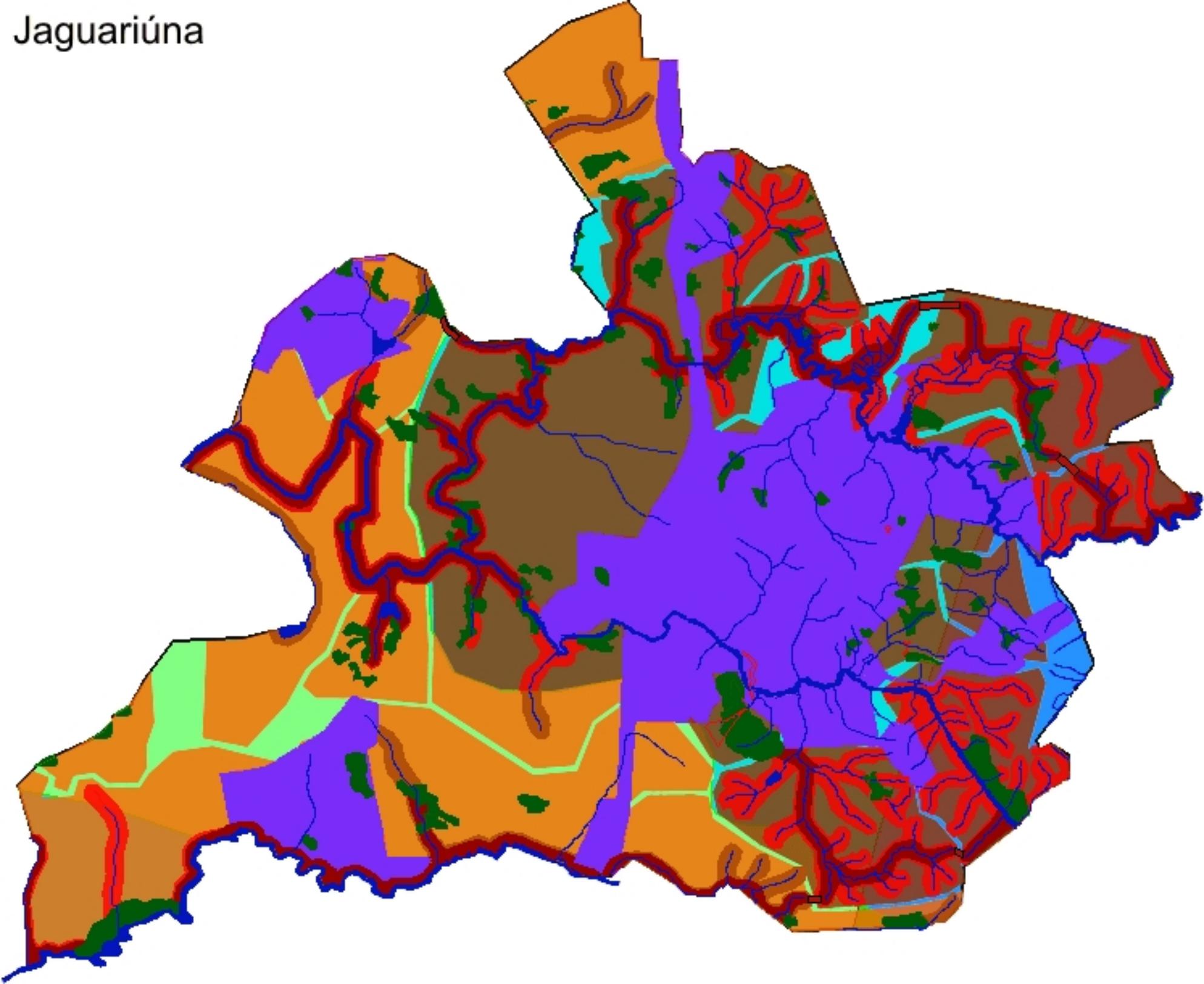
Amparo



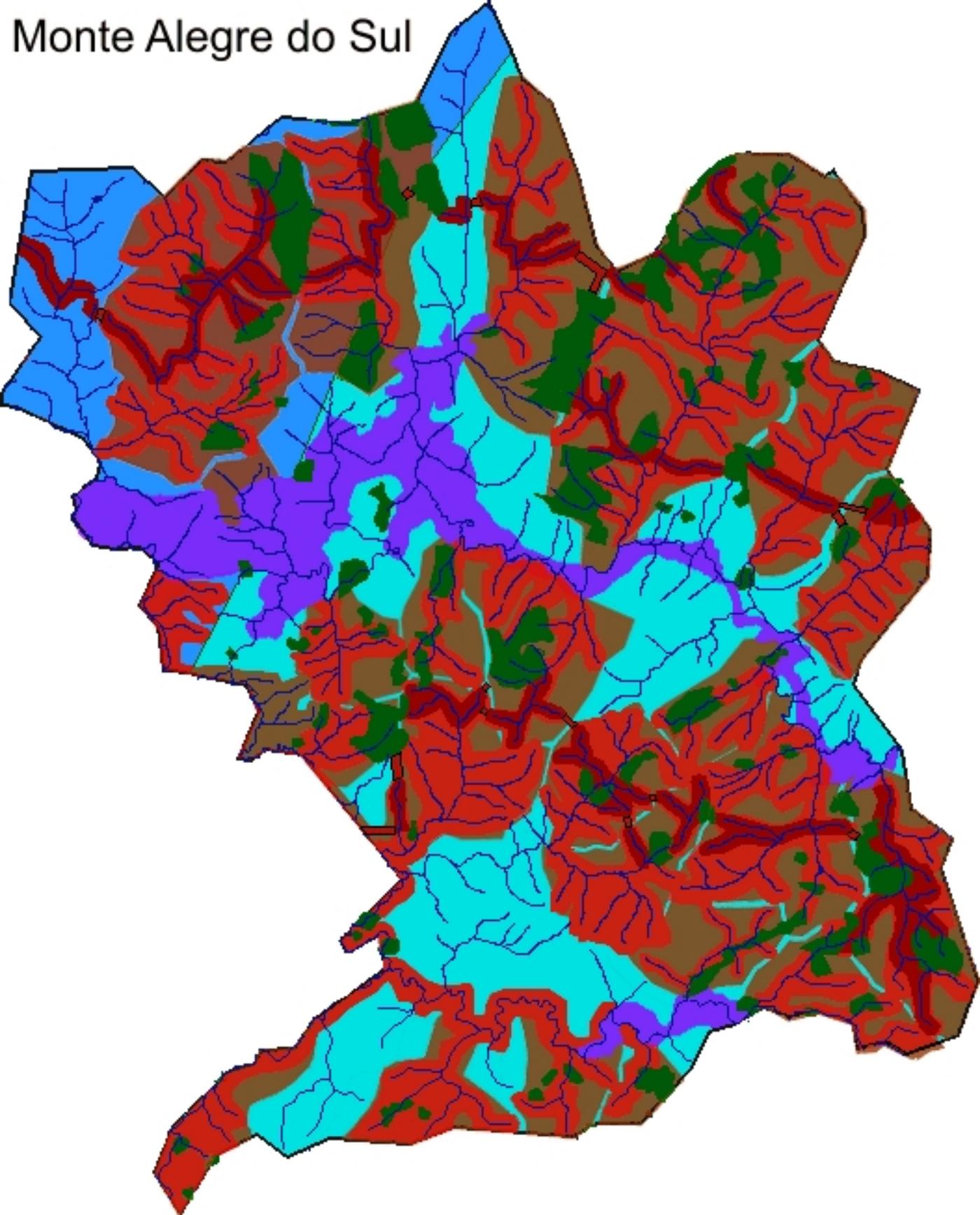
Holambra



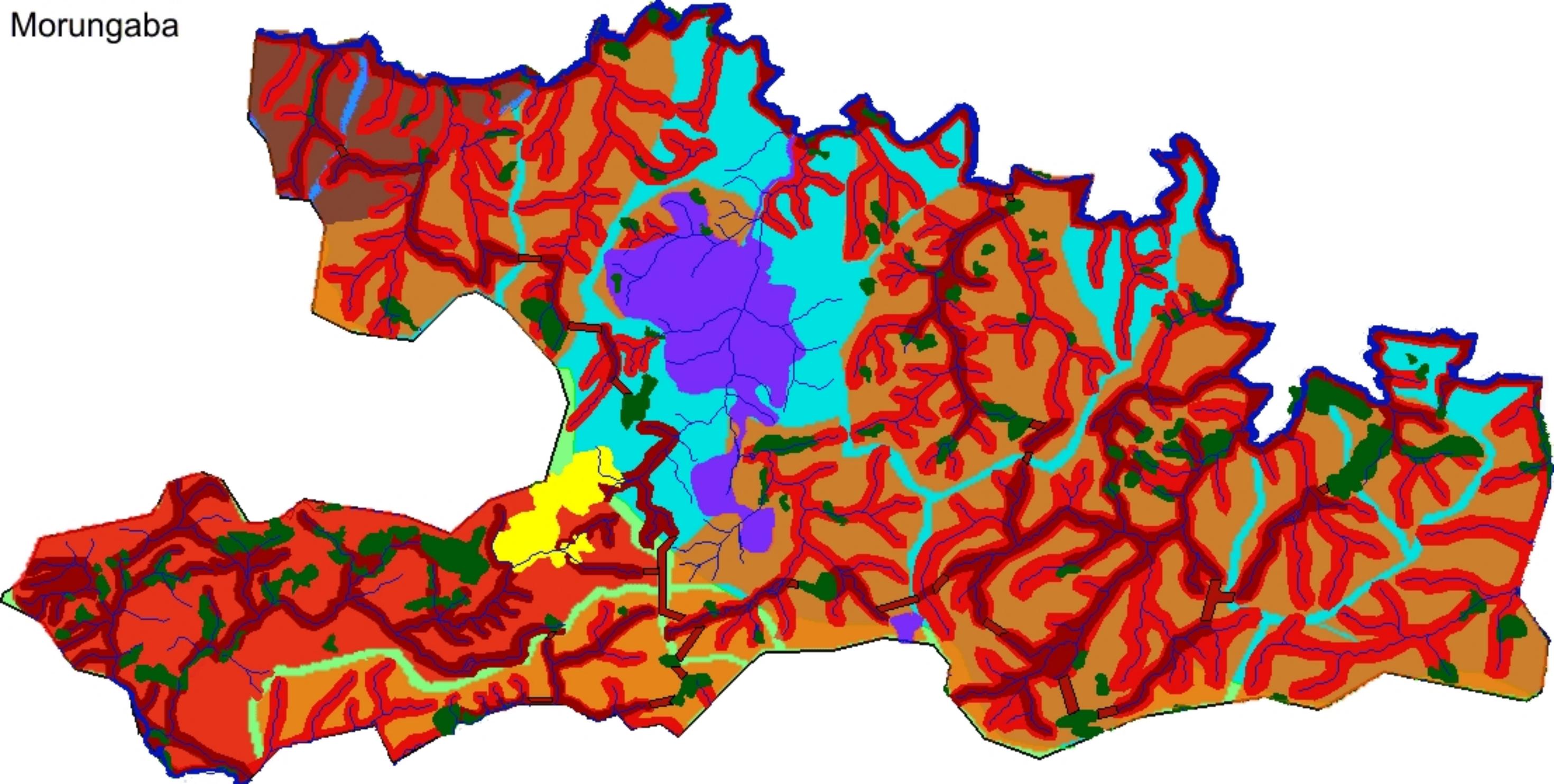
Jaguariúna



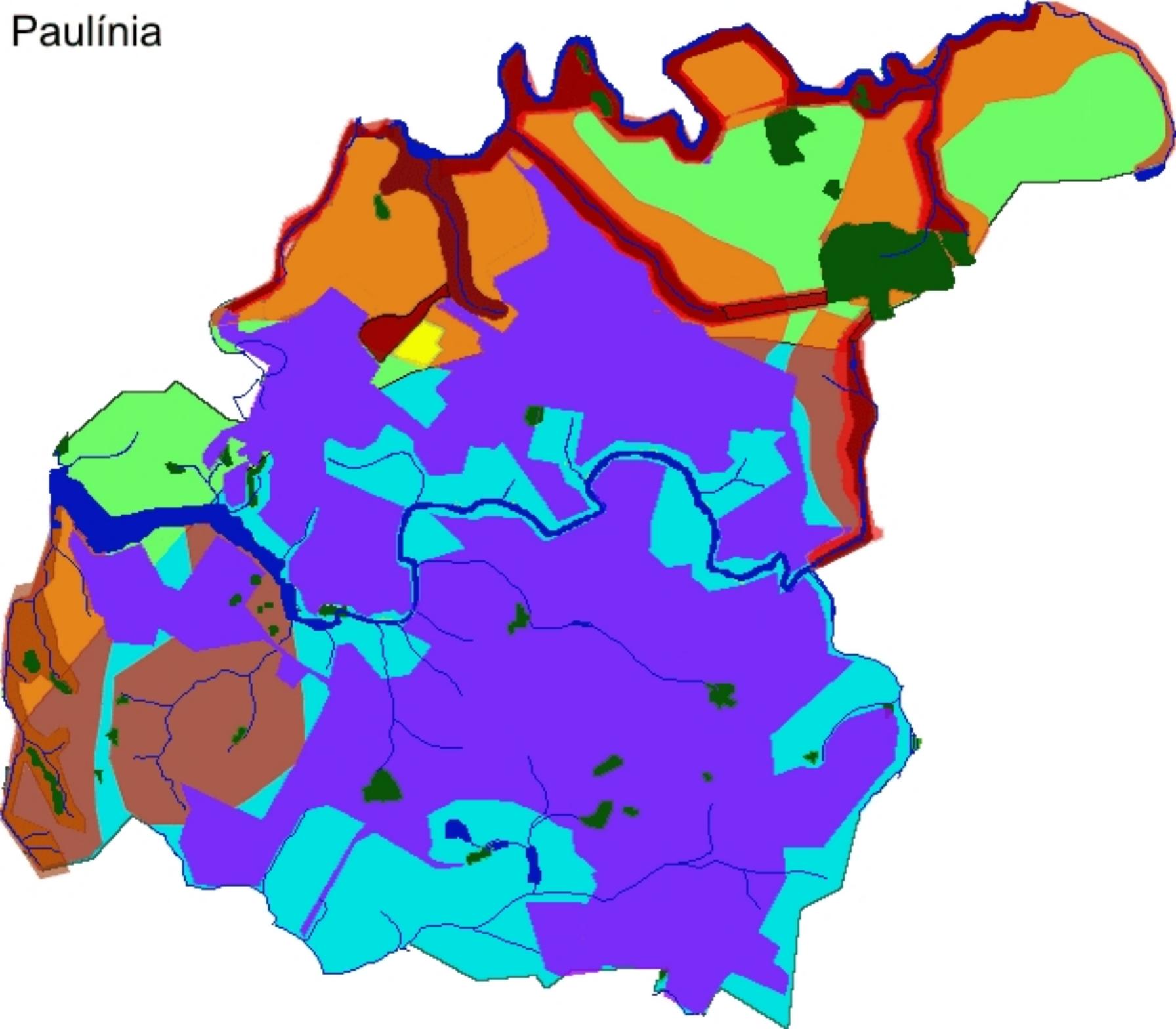
Monte Alegre do Sul



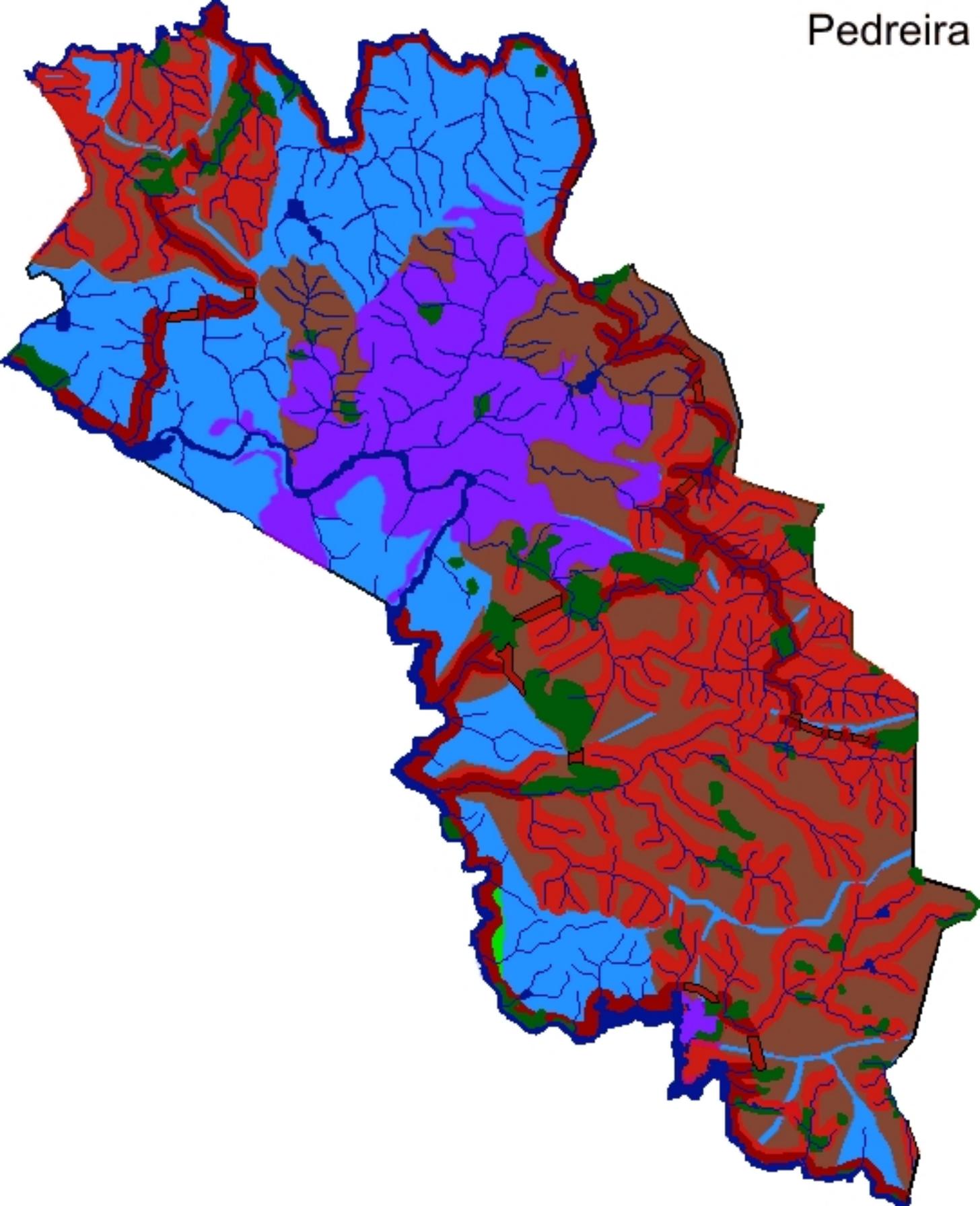
Morongaba



Paulínia



Pedreira



Santo Antonio de Posse

