**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**

JESSICA SANTOS DA SILVA

Compensação de Reserva Legal no Estado de São Paulo: uma análise da equivalência ecológica.

**São Carlos - SP
2013**

JESSICA SANTOS DA SILVA

Compensação de Reserva Legal no Estado de São Paulo: uma análise da equivalência ecológica.

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri

**São Carlos - SP
2013**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

S586c Silva, Jessica Santos da
 Compensação de reserva legal no Estado de São
 Paulo: uma análise da equivalência ecológica. / Jessica
 Santos da Silva; orientador Victor Eduardo Lima
 Ranieri. São Carlos, 2013.

 Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
 em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de
 Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental --
 Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
 São Paulo, 2013.

 1. política ambiental. 2. conservação em terras
 privadas. 3. compensação de reserva legal. 4.
 equivalência ecológica. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel **JÉSSICA SANTOS DA SILVA**.

Título da dissertação: "Compensação de reserva legal no Estado de São Paulo: uma análise da equivalência ecológica".

Data da defesa: 30/08/2013

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **Victor Eduardo Lima Ranieri (orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Profa. Dra. **Renata Evangelista de Oliveira**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Dra. **Maria José Brito Zakia - APROVADA**
(Zakia e Almeida Assessoria Socioambiental)

Resultado:

APROVADA

Aprovada

APROVADA

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:
Prof. Dr. **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

À minha família, meu bem maior,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Foram tantas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho. Espero conseguir lembrar todas.

Agradeço ao Prof. Dr. Victor E. L. Ranieri, primeiramente pela confiança depositada, assim como pela orientação e pela compreensão.

À Escola de Engenharia de São Carlos pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (PPGSEA), assim como a todos os funcionários do CRHEA.

Aos professores Evandro Mateus Moretto e Rodrigo Medeiros pelas contribuições ao projeto durante o exame de qualificação.

Aos funcionários das agências ambientais da CETESB, do Centro de Planejamento Aplicado e dos Centros Técnicos Regionais da SMA visitados, pela atenção dada às minhas solicitações, pelas informações prestadas e dúvidas sanadas.

A D. Maria Francisca, Ana Maria, Nayan e Lídia Muradás que me receberam tão carinhosamente em suas casas e por contribuírem com toda logística necessária para a minha coleta de dados.

A todos os colegas pós-graduandos do PPGSEA pelos momentos de descontração, de reflexão e de apoio que tornaram todo este processo mais que uma realização profissional.

Às queridas Érica Mendonça, Karina T. Bernardo e Mariana Santos pela preciosa amizade e por terem atuado praticamente como co-orientadoras em diversos momentos. Espero não ter pentelhado muito.

Agradeço às amigas Loretha de Almeida e Giovana Dominici, que mesmo de longe sempre estiveram disponíveis como minhas consultoras em SIG especialmente.

À minha querida amiga Priscila Oppermann, por todo apoio e por representar minha família em São Carlos.

Aos amigos de longa data que torceram bastante por mim.

Aos meus pais, Maria José e Francisco Antônio, aos meus irmãos Jacson e Jeferson, e ao maior dos amigos, Luiz, para os quais eu não consigo precisar os motivos pelos quais eu sou grata. Agradeço por tudo, por serem parte de mim, e por estarem comigo em mais esta importante etapa.

RESUMO

SILVA, J. S. da **A compensação de reserva legal no Estado de São Paulo: uma análise da equivalência ecológica**. 2013. 100p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

A compensação extrapropriedade é uma das alternativas legais para regularização de imóveis rurais com déficit de reserva legal. Com a recente revogação do Código Florestal, as compensações podem envolver imóveis localizados até em distintos Estados, considerando apenas a correspondência entre biomas. Do ponto de vista ambiental, no entanto, as compensações só fazem sentido se ocorrer entre áreas com equivalência ecológica (composição, estrutura e função) e o mais próximas possível entre si. Este estudo buscou contribuir para o aprimoramento do mecanismo de compensação, considerando aspectos da equivalência ecológica (composição), tendo o Estado de São Paulo como área de estudo. Para tanto foram analisadas: (i) se as compensações ocorrem entre áreas com equivalência da vegetação, (ii) e qual seria a distância máxima para que as trocas ocorram entre áreas com maior equivalência. Foram consultados 104 processos de compensação de reserva legal para a coleta de informações sobre os imóveis, como localização. As fitofisionomias de cada área foram identificadas segundo o mapa da vegetação remanescente do Estado. A distância máxima a ser permitida foi estimada comparando-se a similaridade florística de remanescentes de Cerrado e Floresta em relação à distância geográfica por meio do teste de Mantel. Verificou-se que dos 117 casos analisados, 72 não apresentam equivalência no âmbito do bioma (13) ou das fitofisionomias (59). A conservação de florestas ombrófilas próximas ao litoral é priorizada em detrimento das áreas de floresta estacional, de cerrado e ecótono do interior paulista. Estas reservas estão distantes da origem do passivo (200-400 km), reforçando os contrastes na paisagem em termos de vegetação. Não houve correlação entre similaridade florística e distância geográfica, o que não permitiu precisar um limite (em km) para as compensações. Contudo, recomenda-se que estas ocorram entre áreas de grupos de municípios limítrofes, onde é provável que haja maior uniformidade ambiental e, conseqüentemente, maior similaridade em termos de composição florística.

Palavras chave: política ambiental, conservação em terras privadas, compensação de reserva legal, equivalência ecológica.

ABSTRACT

SILVA, J. S. da **The compensation of legal reserve in the state of São Paulo: an analysis of ecological equivalence**. 2013. 100p. Dissertation (M. Sc.) - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2013.

The mechanism of compensation is one of the legal alternatives to regulate rural properties with deficit of legal reserve. After the recent repeal of the Forest Code, compensation can involve areas of different states, considering only the correspondence of biomes. From the environmental standpoint, however, compensation makes sense only if it occurs between areas with ecological equivalence (in composition, structure and function) and as near as possible to each other. This study aimed at contributing to the improvement of the mechanism of compensation, taking into account aspects of ecological equivalence (composition), considering the state of São Paulo (BRA) as study area. It was analyzed: (i) if compensations occur between areas with equivalence of vegetation and (ii) which would be the maximum distance to allow exchanges between areas of higher equivalence. 104 processes of compensation of legal reserve were consulted to collected information about the properties, such as localization. The phytophysionomies of each area were identified according to the map of remnant vegetation of the state. The maximum distance to be allowed was estimated by comparing the floristic similarity of the remnants of Cerrado and Forest in relation to the geographical distance by using the Mantel test. 72 of the 117 studied cases have no equivalence considering the biome (13) or the phytophysionomies (59). Conservation of ombrophylous forests near the coast is prioritized in detriment of seasonal semideciduous forests, cerrado and ecotone of the paulist interior. These reserves are very distant from the origin of the passive (200-400 km), reinforcing contrasts in the landscape. There was no correlation between floristic similarity and geographical distance, which did not allow to determinate a limit (in km) for compensation. However, it is recommended that the compensations occur between neighboring municipalities, which are likely to be more environmentally uniform and, consequently, more similar in terms of floristic composition.

Key words: environmental policy, conservation in private lands, compensation of legal reserve, ecological equivalence.

LISTA DE QUADROS

- Quadro I –** Exemplos de índices de similaridade qualitativos e quantitativos. Ver detalhes em Wolda (1981) e Meyer (2002).....43
- Quadro II -** Lista de localidades contendo vegetação de Savana arbórea aberta no Estado de São Paulo utilizadas nas análises de similaridade florística....52
- Quadro III -** Lista de localidades de Floresta Estacional Semidecidual no Estado de São Paulo utilizadas nas análises de similaridade florística. Constan informações geográficas e climáticas. Pma (Precipitação média anual) 55
- Quadro IV -** Número de casos de compensação de reserva legal no Estado de São Paulo sem equivalência em termos de vegetação no âmbito do bioma e de fitofisionomia.....66

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 -** Indicadores de êxito dos sistemas de gestão de reserva legal, com foco no mecanismo de compensação para os Estados do Paraná (PR), Minas Gerais (MG) e Mato Grosso do Sul (MS).....40
- Tabela 2 -** Processos de compensação de reserva legal consultados por Unidade 46
- Tabela 3 -** Percentual da área de reserva legal de compensação em relação à área do imóvel com déficit inicial.....61
- Tabela 4 -** Número e percentual de imóveis rurais objetos de compensação por intervalos de distância em relação às reservas legais compensatórias..63
- Tabela 5 -** Similaridade florística por meio do índice de Jaccard entre 14 áreas de Cerrado do Estado de São Paulo. Legenda: Campos Novos Paulista (CNP), Oucaçu (OUC), Agudos (AGU), Martinópolis (MART), Rancharia (RAN), Avanhadava (AVAN), Promissão (PROM), São José dos Campos (SJC), Caçapava (CAÇ), Taubaté (TAU), Paranapanema (PAR), Itirapina (ITIR) e Assis (ASS). Destacados os maiores valores de similaridade.....67
- Tabela 6 -** Similaridade florística por meio do índice de Jaccard entre 19 áreas de Floresta Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo. Legenda: Areias (ARE), Bauru (BAU), Botucatu (BOT), Campinas (CAM), Gália (GAL), Guarulhos (GUA), Iperó (IPE), Paulínia (PAU), Paulo de Faria (PAF), Pindorama (PIN), Ribeirão Preto (RP), São Carlos (SAC), São José do Barreiro (SJB), Teodoro Sampaio (TES). Destacados os maiores valores de similaridade.....71

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Municípios do Estado de São Paulo por Centro Técnico Regional da CBRN/SMA.....	31
Figura 2 -	Mapa da vegetação remanescente do Estado de São Paulo.....	50
Figura 3 -	Localização geográfica das áreas de Cerrado sentido restrito e campo cerrado do Estado de São Paulo utilizadas na análise de similaridade florística.....	53
Figura 4 -	Localização geográfica das áreas de Floresta Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo utilizadas na análise de similaridade florística.....	56
Figura 5 -	Municípios do Estado de São Paulo por número de imóveis rurais que realizaram compensação de reserva legal.....	60
Figura 6 -	Municípios do Estado de São Paulo por número de reservas legais de compensação. Elaboração própria.....	62
Figura 7 -	Representação da distância (em quilômetros) e do sentido das compensações de reserva legal analisadas no Estado de São Paulo (imóvel→reserva legal).....	64
Figura 8 -	Número de imóveis que realizaram a compensação e de reservas legais compensatórias por fitofisionomia.....	66
Figura 9 -	Índice de similaridade de Jaccard (J) para 14 levantamentos realizados em áreas de Cerrado (*campo cerrado e cerrado sentido restrito) no Estado de São Paulo agrupados pelo método UPGMA.....	68
Figura 10 -	Localização das áreas de Cerrado do Estado São Paulo por agrupamento segundo método UPGMA.....	69
Figura 11 -	Diagrama de dispersão entre o índice de similaridade de Jaccard e a distância geográfica para as áreas de Cerrado analisadas no Estado de São Paulo.....	70
Figura 12 -	Índice de similaridade de Jaccard (J) para 19 levantamentos de espécies arbóreas em áreas de Floresta Estacional Semidecidual no Estado de São Paulo agrupados pelo método UPGMA.....	72
Figura 13 -	Localização das áreas de Floresta Estacional Semidecidual do Estado São Paulo por agrupamento segundo método UPGMA.....	73
Figura 14 -	Diagrama de dispersão entre o índice de similaridade de Jaccard e a distância geográfica para as áreas de Floresta Estacional Semidecidual analisadas no Estado de São Paulo.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BVRIO	Bolsa Verde do Rio de Janeiro
CBRN	Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CPA	Centro de Planejamento Aplicado
CRA	Cota de Reserva Ambiental
CTR	Centro Técnico Regional
DPB	Departamento de Proteção da Biodiversidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITR	Imposto Territorial Rural
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PAST	Paleontological Statistics
PGR	Procuradoria Geral da República
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGAM	Sistema Integrado de Gestão Ambiental
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
STF	Supremo Tribunal Federal
TCIRCRL	Termo de Compromisso de Instituição ou de Recomposição ou de Compensação da Reserva Legal
TRPRL	Termo de Responsabilidade de Preservação de Reserva Legal
UC	Unidade de Conservação
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1 Organização da dissertação	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 O instituto reserva legal	23
2.1.1 O contexto das “reservas florestais” na legislação brasileira	23
2.1.2 A reserva legal na nova lei florestal	25
2.2 O mecanismo de compensação de reserva legal	26
2.3 A compensação no Estado de São Paulo: critérios, competências e procedimentos	29
2.4 Mercados de reserva legal e os benefícios econômicos	33
2.5 Implicações ambientais da compensação e a equivalência ecológica	35
2.6 Comparando comunidades: Índices de similaridade	41
3. OBJETIVO	45
3.1 Objetivos específicos	45
4. METODOLOGIA	46
4.1 Área de estudo	46
4.2 Análise de casos concretos de compensação	48
4.2.1 Composição do banco de dados oficiais de compensação	48
4.2.2 Análise da equivalência de vegetação: bioma e fitofisionomias	49
4.3 Análise da similaridade florística e da autocorrelação espacial	51
4.3.1 Seleção dos inventários de espécies	51
4.3.2 Preparação e análise dos dados	57
5. RESULTADOS	59
5.1 Distribuição e características gerais dos imóveis envolvidos nas compensações	59
5.2 Equivalência da vegetação: Bioma e fitofisionomias	64
5.3 Similaridade florística e autocorrelação espacial	66
6. DISCUSSÃO	75
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	84
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICE	96

1. INTRODUÇÃO

É crescente o interesse da comunidade conservacionista na elaboração de estratégias para garantir a conservação da biodiversidade e a geração de serviços ambientais em áreas de domínio privado. A importância destas áreas para fins de conservação é cada vez mais reconhecida, especialmente, em países cuja maioria do território está sob domínio privado, abrigando grande parte da terra e demais recursos dos quais a biota depende (DOREMUS, 2003; SWIFT *et al.*, 2004), caso do Brasil.

Cerca de 90% da vegetação natural de biomas brasileiros considerados *hotspots* de biodiversidade, como Cerrado e Mata Atlântica (MYERS *et al.*, 2000), estão em áreas privadas. Esta proporção chega a ser de 99% e 98% em outros importantes biomas como nos Pampas e na Caatinga respectivamente. Na Amazônia, pouco mais de 29% do território conta com algum regime de proteção especial, e aproximadamente 15% da cobertura florestal original deste bioma já foi desmatado (SPAROVEK *et al.*, 2011; MARQUES; RANIERI, 2012). Assim, as propriedades privadas representam um componente essencial para a conservação da biodiversidade no país.

Entre os principais instrumentos brasileiros voltados para proteção da natureza em terras privadas destacam-se as reservas legais. Instituídas atualmente pela Lei Federal nº 12.651/2012 (alterada pela Lei 12.727/2012), em substituição ao Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/1965), as reservas legais compreendem percentuais de área da propriedade rural onde a vegetação nativa deve ser mantida, sendo permitidos usos econômicos, apenas, mediante manejo sustentável. Apesar de dotada de função social, a reserva legal, enquanto espaço especialmente protegido, possui como função ambiental principal a manutenção do equilíbrio ecológico e a conservação da biodiversidade (CAMPOS *et al.*, 2002; METZGER, 2010).

Embora reconhecida a relevância ambiental destas áreas, o seu cumprimento não é efetivo. São raras as propriedades rurais que conservam suas reservas ou as mantêm nos limites mínimos estabelecidos em lei – menos de 10% dos imóveis rurais no Brasil (OLIVEIRA; BACHA, 2003; BACHA, 2005). Em face disto, a legislação apresenta algumas alternativas de regularização do passivo acumulado ao longo de anos de desmatamento destas áreas, estando entre elas, o mecanismo de compensação de reserva legal.

Por meio da compensação, o proprietário de um imóvel rural com déficit de reserva legal pode adquirir área excedente de cobertura vegetal de outra propriedade, de modo a completar total ou parcialmente o percentual legalmente requerido, desde que atenda aos critérios estabelecidos em lei e pelo órgão ambiental estadual responsável pela gestão/fiscalização dessas áreas (BONNET *et al.*, 2006; BERNARDO, 2010). A compensação é vista como um mecanismo que pode incentivar a preservação ambiental dos remanescentes florestais em terras privadas brasileiras, amenizando potenciais conflitos de interesse (NUSDEO, 2007).

Do ponto de vista econômico, a compensação apresenta vantagens como a manutenção da propriedade matriz sem redução da área produtiva e a geração de renda para aqueles que conservam vegetação além do estabelecido pela legislação. Diversos trabalhos estudam melhores cenários e alternativas para a utilização do mecanismo de compensação enquanto instrumento de mercado (CHOMITZ, 2004; MARTINS; CHAVES, 2006; FERREIRA *et al.*, 2007; IGLIORI *et al.*, 2007).

O mesmo não acontece com trabalhos que se dedicam a viabilizar o mecanismo de compensação com maior eficiência também do ponto de vista ambiental, a exemplo do estudo de Bonnet *et al.* (2006). Quando se analisa as repercussões concretas de instrumentos ou mecanismos que objetivam conciliar interesses aparentemente conflitantes, como os de produção agropecuária e conservação ambiental, é fundamental que se considere os aspectos sociais, econômicos e também ecológicos, com igual peso e importância. Deste modo, evita-se que um interesse prevaleça sobre o outro (SPAROVEK *et al.*, 2011).

Segundo os estudos de Metzger *et al.* (2010) e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e da Academia Brasileira de Ciências (SPBC/ABC, 2011, 2012), as compensações de reserva legal só fazem sentido do ponto de vista ambiental quando ocorrem entre áreas que apresentam equivalência ecológica em termos de composição, estrutura e função. Para tanto, é preciso considerar não só as regiões de endemismo, mas também as diferenças de composição de espécies e estrutura dos ecossistemas, e atentar para a equivalência das formações fitofisionômicas. Estes estudos defendem que as compensações devem ocorrer em áreas localizadas o mais próximo possível do imóvel com passivo, de modo a garantir que reserva legal contribua para a proteção dos serviços ecossistêmicos locais e para a conservação das espécies da região perdida.

Diante deste contexto emergem o objetivo e as principais questões motivadoras da presente pesquisa. Este estudo buscou contribuir para o aprimoramento da aplicação do mecanismo de compensação de reserva legal considerando aspectos da equivalência ecológica, tendo o Estado de São Paulo como área de estudo. Entre as questões a serem examinadas estão:

- As compensações de reserva legal no Estado de São Paulo atendem ao critério de equivalência ecológica, considerando a equivalência no âmbito do bioma e das fisionomias vegetais?
- Qual seria o limite de distância (em quilômetros) adequado para que as compensações possam ocorrer entre áreas com maior equivalência ecológica, ao menos em termos de composição?

O Estado de São Paulo foi escolhido tendo em vista a realidade da cobertura vegetal no território, comum a outras unidades da federação com uso intensivo do solo. A maior parte da vegetação ainda existente encontra-se nas terras privadas (BIOTA-FAPESP, 2008), de modo que a efetivação de instrumentos como as reservas legais são essenciais na tentativa de minimizar a tendência de intensificação da fragmentação e da redução dos remanescentes não protegidos. A compensação torna-se, assim, uma das principais alternativas a ser adotada para melhorar a situação da biodiversidade no Estado (SÃO PAULO, 2010).

Com os resultados encontrados, espera-se ampliar a discussão sobre o mecanismo de compensação de reserva legal, incluindo uma perspectiva ecológica na análise desta estratégia de conservação. Espera-se contribuir, em última instância, com a discussão acerca dos critérios utilizados para o norteamto das compensações, cujas possibilidades foram ampliadas com a recente revogação do Código Florestal.

1.1 Organização da dissertação

Além da introdução descrita anteriormente, este trabalho é composto por quatro partes principais. A primeira busca fundamentar a análise proposta, apresentando as principais bases teóricas acerca dos aspectos funcionais das reservas legais, do funcionamento do mecanismo de compensação e das suas principais implicações

econômicas e ambientais, considerando os critérios legais para o norteamento do mecanismo e aspectos da equivalência ecológica.

Os aspectos metodológicos e os procedimentos de investigação são descritos na segunda parte. Na terceira são apresentados os resultados das análises da equivalência da vegetação dos casos de compensação no Estado de São Paulo, além de características gerais das áreas envolvidas nas trocas. Nesta parte constam ainda as análises de similaridade entre fragmentos de cerrado e de floresta estacional semidecidual do Estado, e sua relação com a distância espacial.

Na quarta e última parte, os resultados são discutidos à luz do referencial teórico e da legislação ambiental, de modo a permitir a proposição de critérios para aprimorar a aplicação do mecanismo de compensação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O instituto reserva legal

2.1.1 O contexto das “reservas florestais” na legislação brasileira

A regulação da proteção e do uso das florestas por parte do Estado em terras de domínio público ou privado é uma necessidade reconhecida em diversos países. O quanto o poder público interfere na administração das florestas pode variar entre os extremos de ausência absoluta de intervenção na atividade privada até a intromissão direta do Estado no resguardo da cobertura vegetal (AHRENS, 2005).

No Brasil sempre prevaleceu a percepção intervencionista do poder público sobre a propriedade das florestas. Desde os tempos de colônia, existem normas jurídicas disciplinando a utilização de recursos naturais em terras privadas, prevendo a manutenção de reservas florestais (AHRENS, 2005; SPAROVEK *et al.*, 2011). Contudo, a trajetória das reservas florestais na legislação brasileira demonstra que, durante muito tempo, os objetivos de tal instituto não estavam relacionados à conservação dos recursos naturais prioritariamente (OLIVEIRA, 2012). Os recursos ambientais representavam apenas matérias a serem utilizadas nos processos produtivos, que deveriam ser apropriadas por meio de operações garantidas em lei (SPAROVEK *et al.*, 2011). Deste modo, as reservas enquanto instrumento de proteção eram focadas em recursos naturais estratégicos que poderiam ser explorados e controlados (MEDEIROS, 2006).

Em 1821, por exemplo, com a família real já estabelecida no Brasil, foi promulgada uma legislação sobre o uso da terra que obrigava a manutenção de reservas florestais em um sexto das áreas de propriedades privadas vendidas ou doadas pela Coroa (KENGEN, 2001; CASTRO, 2010). Esta, entre outras políticas de proteção dos recursos florestais tomadas pela metrópole portuguesa, teve caráter exclusivamente econômico, com o intuito de garantir o monopólio da Coroa na exploração da madeira cada vez mais escassa na costa litorânea (CASTRO, 2010).

O instrumento legal denominado como “reserva florestal” foi instituído pelo primeiro Código Florestal Brasileiro em 1934 (Decreto nº 23.793 de 23/01/1934). A lei determinou que todo proprietário rural deveria resguardar um quarto de sua propriedade com cobertura florestal nativa, exceto se fossem propriedades pequenas situadas próximas de florestas de zona urbana, ou se transformassem a vegetação florestal heterogênea em homogênea

(BACHA, 2005; ALSTON; MULLER, 2007). A esta altura, ficava implícito que a maior preocupação do poder público era manter uma reserva de madeira dentro das propriedades para o consumo dos produtores rurais (OLIVEIRA, 2012). O fato de não prever a conservação de outras formas de vegetação nativa diferentes de floresta, a possibilidade de converter floresta nativa (heterogênea) em floresta homogênea, além da não obrigatoriedade de se manter uma reserva florestal em áreas já próximas de florestas, demonstram que os objetivos destas reservas não estavam voltados para a manutenção das funções ambientais nestas áreas (BACHA, 2005; RIGONATTO, 2006; CASTRO, 2010).

De modo geral, as dificuldades em aplicar efetivamente o Código Florestal de 1934 levaram à edição de um segundo Código Florestal em 1965 (AHRENS, 2005; CUNHA; MELLO-THERY, 2010). O Código Florestal de 1965 (Lei Federal nº 4.771 de 15/09/1965) não representou apenas uma atualização do primeiro, uma vez que foram estabelecidos parâmetros inovadores para a conservação de vegetação nativa nos imóveis rurais brasileiros, como a obrigatoriedade da manutenção de vegetação (IGARI; PIVELLO, 2011). A figura da reserva florestal passou a apresentar uma nova abordagem nesta edição do Código Florestal. Todos os imóveis rurais em que a cobertura vegetal fosse de floresta passaram a ser obrigados a manter uma reserva, cujos limites percentuais variavam de acordo com a localização da propriedade. Além disso, ficou proibida a substituição de espécies nativas por espécies exóticas (RIGONATTO, 2006; OLIVEIRA, 2012).

Ao longo do tempo, o texto original do segundo Código Florestal acumulou diversas alterações com clara motivação de conservação ambiental, especialmente a partir da segunda metade da década de 1980 (ALSTON; MULLER, 2007; IGARI; PIVELLO, 2011). Parte destas mudanças foi impulsionada pela ordem constitucional brasileira introduzida pela Carta Magna de 1988. A Constituição de 1988 trouxe uma nova perspectiva de proteção ao meio ambiente ao consolidar, por exemplo, a função social da propriedade ao impor limites à atividade agropecuária, exigindo o aproveitamento racional e adequado das terras e dos recursos naturais disponíveis (CUNHA; MELLO-THERY, 2010).

A inclusão do termo “reserva legal” por meio da Lei nº 7.803 de 1989 foi uma das primeiras modificações substanciais no segundo Código Florestal (CASTRO, 2010), assim como a proibição ao corte raso da vegetação e a qualquer outra destinação que altere o regime de uso do solo voltado para a conservação, independente da região ou do bioma em que a propriedade se localizasse (OLIVEIRA, 2012). A Lei nº 7.803 de 1989 instituiu ainda a

exigência da averbação da reserva legal na matrícula do imóvel, evidenciando a intenção de criar um instrumento de controle sobre os projetos de abertura de área nos imóveis rurais (CASTRO, 2010).

Após onze alterações promovidas por leis e medidas provisórias (MPs), a redação do Código Florestal de 1965, no que tange a reserva legal, sofreu sua última grande alteração com a edição da MP 1.956-50 de 2000. Após dezessete reedições que culminaram na MP 2.166-67 de 2001, foi consolidada a redação mais recente do segundo Código Florestal acerca do tamanho, da localização, da conservação e recomposição da reserva legal, além de esclarecer a função ambiental deste instrumento, diferenciando-a da função ambiental da APP (CASTRO, 2010).

De acordo com o Código Florestal vigente até 2012, as reservas legais eram “áreas necessárias ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da fauna e flora nativas”. Destaca-se, portanto, a definição da função das reservas legais como elementos da paisagem que deveriam promover ou auxiliar a conservação da biodiversidade, retirando o caráter utilitarista que acompanhou a reserva legal desde a sua criação (JOELS, 2001; METZGER, 2010).

2.1.2 A reserva legal na nova lei florestal

Atualmente a Lei Federal nº 12.651 de 25/05/2012 (alterada pela Lei 12.727/2012), em substituição ao Código Florestal de 1965, define as novas bases para proteção territorial dos principais ecossistemas brasileiros e para regulação da exploração dos recursos florestais.

Embora a Lei Federal 12.651/2012 altere o texto que define as reservas legais, o seu contexto é mantido. A nova lei considera as reservas legais como áreas localizadas no interior de um imóvel rural, cuja função é de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. A reserva legal permanece, portanto, como uma instituição com propósito de garantir funções sociais e ecológicas (PEREIRA, 2010), ao servir como áreas para o fornecimento de bens econômicos (madeireiros e outros

subprodutos da floresta) mediante práticas sustentáveis, e como elementos que mantem na paisagem um estoque de vegetação natural que beneficia diversos aspectos naturais (CAMPOS *et al.*, 2002; METZGER *et al.*, 2010; SPAROVEK, 2012). Entre eles é possível citar a biodiversidade, a mitigação de efeitos climáticos negativos, a sobrevivência de espécies ameaçadas de extinção, o controle da erosão, a recarga hídrica, e aspectos cênico-paisagísticos (SPAROVEK, 2012).

Apesar de manter a reserva legal em seu contexto, a nova lei apresenta uma série de alterações que buscam reduzir parte do ônus do produtor rural pela proteção dos recursos ambientais, e que são foco de divergências entre grupos que defendem os interesses de produtores rurais e grupos que defendem a garantia dos padrões de qualidade ambiental (OLIVEIRA, 2012; NASSAR; ANTONIAZZI, 2012). Isto porque, por um lado, as alterações buscam estimular a regularização ambiental por parte dos produtores rurais ao flexibilizar o cumprimento da lei. Por outro, podem comprometer o desempenho das reservas legais enquanto instrumento de conservação dos recursos naturais, implicando em perdas de bem-estar para a sociedade (OLIVEIRA, 2012). Mais adiante, são apresentadas as alterações de interesse para a presente pesquisa, com foco nas disposições para o mecanismo de compensação de reserva legal.

2.2 O mecanismo de compensação de reserva legal

Como observado, ainda que inicialmente as reservas nas propriedades rurais tenham sido planejadas como locais de “exploração florestal”, atualmente, elas são consideradas um importante instrumento de gestão ambiental voltado para a conservação da biodiversidade (METZGER, 2010). Apesar de sua relevância, o cumprimento da obrigatoriedade das reservas legais não é efetivo. Raras são as propriedades rurais que conservam suas reservas ou as mantem nos limites mínimos estabelecidos em lei (OLIVEIRA; BACHA, 2003).

Estes limites permaneceram os mesmos após a revogação do Código Florestal. O artigo 12 da Lei 12.651/2012 estabelece que todos os imóveis rurais devem manter áreas de reserva legal segundo limites percentuais mínimos de 80% em área de floresta, 35% em área com vegetação de Cerrado, e 20% em área de campos gerais quando na região da Amazônia Legal, e de no mínimo 20% nas demais regiões do país. Destas condições, excetuam-se os imóveis que até 22 de julho de 2008 detinham área inferior a quatro módulos fiscais, cuja

reserva legal será constituída com a área de vegetação ocupada até esta data, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo. Estão isentos de recompor a reserva legal, também, os proprietários de imóveis rurais que realizaram supressão de vegetação nativa respeitando os percentuais previstos pela legislação em vigor à época em que ocorreu a supressão (BRASIL, 2012).

Para os proprietários que se veem obrigados a compor a reserva legal, o artigo 66 da Lei 12.651/2012 prevê três diferentes formas de regularização, que podem ser adotadas isoladas ou cumulativamente. Os proprietários podem (i) recompor a vegetação da área de reserva legal mediante o plantio de espécies nativas combinado com o de espécies exóticas, (ii) conduzir a regeneração natural, ou (iii) compensar a reserva legal.

Segundo Irigaray (2007), a primeira alternativa (recuperar) praticamente não recebeu adesões desde a sua inserção no sistema legal. A aquisição de uma área em outra propriedade para ser mantida como reserva legal é a alternativa preferida dos proprietários rurais quando comparada a opção de promover a recuperação da reserva nos limites do próprio imóvel. Em princípio, o autor sugere que nenhum proprietário que converteu a área de reserva legal para explorar economicamente mostra-se disposto a recuperá-la por meio da recomposição da vegetação se a própria lei lhe permite compensar adquirindo outra área.

Os proprietários rurais podem realizar a compensação de reserva legal mediante: (i) aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA), (ii) arrendamento de área em regime de servidão ambiental ou reserva legal, (iii) doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação (UC) de domínio público pendente de regularização fundiária, ou (iv) cadastramento de outra área equivalente e excedente à reserva legal, em imóvel de mesma titularidade ou adquirida em imóvel de terceiro, com vegetação nativa estabelecida, em regeneração ou recomposição, desde que localizada no mesmo bioma (BRASIL, 2012).

A CRA se assemelha à figura da Cota de Reserva Florestal (CRF) prevista pelo Código Florestal revogado. A CRA é um título nominativo representativo de área com vegetação nativa existente ou em processo de recuperação (BRASIL, 2012). Dessa maneira, um proprietário rural que possua área de vegetação nativa excedente aos percentuais exigidos em lei pode requerer a emissão de CRAs pelo órgão ambiental competente e negociá-las com proprietários interessados em regularizar seus imóveis rurais.

Do mesmo modo, este excedente de vegetação nativa pode ser utilizado para constituição de servidão ambiental, em que o proprietário abre mão do seu direito de uso sob tal área em caráter permanente ou temporário. O excedente pode ser oferecido a outro proprietário para fins de compensação, devendo ser averbado no registro de cartório de todos os imóveis envolvidos como servidão ambiental (BRASIL, 2012).

A possibilidade de compensar a reserva legal por meio da compra e doação de área no interior de UC ao órgão ambiental competente é polêmica desde que foi incluída no Código Florestal em 2006, pois pode ser entendida como um ganho ou como uma perda ambiental a depender do caso e interpretação (CAMPOS, 2010). Se a compensação ocorre em uma área, que por ser uma UC, já está legalmente conservada, há uma perda em termos de cobertura vegetal correspondente a área que deixou de ser recuperada como reserva legal. No entanto, se este mecanismo é utilizado para criação de novas áreas protegidas, há um ganho ambiental na conservação dos remanescentes florestais, ao mesmo tempo em que permite a regularização das propriedades rurais (CAMPOS, 2010; GAIO; GAIO, 2010).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão responsável pela criação e gestão de novas áreas protegidas, pretende elaborar uma Instrução Normativa que estabelece os procedimentos para utilizar a compensação de reserva legal dentro das UCs, baseada em experiências anteriores e nas propostas consolidadas em uma oficina realizada em outubro de 2012 (TAVARES, 2012). Entretanto, a Procuradoria Geral da República (PGR) questionou recentemente junto ao Supremo Tribunal Federal (STF) a constitucionalidade desta modalidade de compensação de reserva legal, assim como de diversos outros artigos da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2013; PGR, 2013). A PGR a considera inconstitucional por se tratar de possibilidade criada somente para tentar contornar a incapacidade administrativa de realizar a regularização fundiária de unidades de conservação, desvirtuando as funções ecológicas da reserva legal (BRASIL, 2013).

Independente da modalidade de compensação adotada, as trocas ocorrem conforme critérios estabelecidos em lei e pelo órgão ambiental estadual responsável pela gestão/fiscalização dessas áreas (BERNARDO, 2010). Antes da revogação do Código Florestal, as compensações de reserva legal deveriam ser realizadas, prioritariamente, entre áreas equivalentes em extensão e relevância ecológica, localizadas no mesmo ecossistema e na mesma microbacia hidrográfica. Quando não houvesse alternativas sob estas condições,

trocas entre áreas localizadas na mesma bacia hidrográfica e, no máximo, no mesmo Estado eram permitidas.

O novo diploma legal amplia as possibilidades de compensação. As trocas podem ocorrer entre áreas pertencentes a diferentes bacias hidrográficas e até distintos Estados, contanto que a área a servir como reserva legal esteja localizada no mesmo bioma do imóvel com déficit. No caso de trocas entre imóveis de diferentes Estados, a reserva legal deverá ocorrer em áreas identificadas como prioritárias pela União ou pelos Estados. As áreas prioritárias devem buscar favorecer a recuperação de bacias hidrográficas excessivamente desmatadas, a criação de corredores ecológicos, a conservação de grandes áreas protegidas, e a conservação ou recuperação de ecossistemas ou espécies ameaçados (BRASIL, 2012).

Os Estados, em acordo com o artigo 24 do texto constitucional, podem instituir normas supletivas e complementares no que tange as reservas legais e o mecanismo de compensação. A seguir são apresentadas as regulamentações do Estado de São Paulo – área de estudo.

2.3 A compensação no Estado de São Paulo: critérios, competências e procedimentos.

Até a finalização da presente pesquisa, o Decreto Estadual 53.939 de 06/01/2009 estabelece as principais disposições sobre a manutenção, a recomposição, a compensação e a composição da área de reserva legal das propriedades ou posses rurais paulistas. O artigo 9 do respectivo decreto define os critérios a serem considerados pelo órgão ambiental competente para a aprovação da compensação de reserva legal e para a escolha da área a servir de compensação, seguindo basicamente àqueles dispostos pelo Código Florestal vigente até 2012.

A área apresentada para compensação deve equivaler em extensão e importância ecológica à área a ser objeto de compensação, além de pertencer ao mesmo ecossistema. É permitida a compensação em áreas localizadas na mesma bacia hidrográfica na impossibilidade de troca na mesma microbacia. Contudo, nestes casos é preciso atentar para o critério de maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação, atendendo, quando houver, o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica (SÃO PAULO, 2009a).

O Art. 9 estabelece, ainda, que as áreas escolhidas para fins de compensação devem ser, preferencialmente, àquelas que levem a formação de corredores interligando fragmentos remanescentes de vegetação nativa. Estas são as áreas próximas às APPs, UCs, e aquelas indicadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), ou pelo Projeto Diretrizes para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo – Programa BIOTA-FAPESP, 2007.

Para fins de compensação de reserva legal, o Estado de São Paulo é dividido em duas bacias hidrográficas: a bacia do Paraná (que vai da Serra do Mar até o Rio Paraná) e a do Atlântico Sudeste (que vai da Serra do Mar para leste) (MARQUES, 2011). A equivalência em importância ecológica das áreas envolvidas nas trocas adota como critério de avaliação o mapa de Áreas Prioritárias para o Incremento de Conectividade indicadas pelo Programa BIOTA-FAPESP (2007) (SÃO PAULO, 2009a). Este mapa classifica por meio de uma escala que varia de 1 a 8 as áreas consideradas importantes para a manutenção e restauração da conectividade biológica no Estado.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e a Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) são os órgãos públicos que compartilham a responsabilidade de gestão e fiscalização das reservas legais paulistas. A averbação de reserva legal no âmbito do licenciamento ambiental de obras, atividades ou intervenções em área rural fica a cargo da CETESB. Os Centros Técnicos Regionais (CTRs) da CBRN também podem averbar a reserva legal nos casos em que a propriedade for multada ou advertida para reparar dano ambiental, ou quando foi firmado Termo de Ajustamento de Conduta com o Ministério Público ou Poder Judiciário, ambos, não associados a processos de licenciamento ambiental (MARQUES, 2011; CETESB, 2012). No total, são 56 Agências Ambientais integradas da CETESB e dez Centros Técnicos Regionais da CBRN que atendem aos 645 municípios paulistas (Figura 1) (MARQUES, 2011).

Figura 1. Municípios do Estado de São Paulo por Centro Técnico Regional da CBRN/SMA. Fonte: CBRN/SMA/CI (2009).

Quando o processo de averbação é iniciado voluntariamente, o proprietário rural pode decidir por onde realiza o processo. Por outro lado, os processos de compensação que envolve imóveis localizados em áreas sob jurisdição de diferentes CTRs são encaminhados ao Centro de Planejamento Aplicado (CPA), onde são avaliadas a localização e a instituição da reserva legal compensatória. O CPA é uma unidade vinculada ao Departamento de Proteção da Biodiversidade (DPB) da CBRN, responsável por definir diretrizes e coordenar as ações para implantação e/ou compensação das reservas legais no Estado de São Paulo, inclusive nos casos associados ao licenciamento ambiental (SÃO PAULO, 2009b).

Os procedimentos para averbação de reserva legal por meio do mecanismo de compensação são, em suma, os mesmos quando iniciados na CETESB ou na CBRN (MARQUES, 2011). Em resumo, o processo de averbação é iniciado a partir do preenchimento do requerimento online no site do órgão competente pelo interessado, com informações pessoais e administrativas da propriedade, a exemplo de prova dominial ou prova de origem possessória e cópia do último imposto territorial rural (ITR). Neste

momento, documentos técnicos também são requeridos, como a planta cadastral do imóvel, planta planialtimétrica georreferenciada contendo a demarcação da propriedade e do perímetro da reserva legal, memoriais descritivos da matrícula do imóvel e do perímetro da reserva legal, laudo de caracterização da vegetação da reserva legal se existente, entre outros. Todos os documentos são analisados e segue-se com a vistoria das propriedades pelos técnicos, que podem solicitar informações complementares ao interessado se julgar necessário. Após a aprovação dos documentos, a reserva legal deverá ser averbada na matrícula no Cartório de Registro de imóveis, mediante apresentação do Termo de Compromisso de Responsabilidade de Preservação de Reserva Legal (TRPRL) assinado pelo detentor do domínio do imóvel. Em casos de pendências de dominialidade também há obrigação do comprometimento em averbação da reserva legal através do Termo de Compromisso de Instituição ou de Recomposição ou de Compensação da Reserva Legal (TCIRCRL), válido por dois anos, desde que justificadas as razões do pedido. Por fim, o processo é concluído com a devolução da matrícula averbada à unidade ambiental competente e registro no Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGAM) da SMA.

A principal função do SIGAM é registrar, controlar e fornecer informações (operacionais e gerenciais) sobre processos técnicos e administrativos relacionados às atividades da SMA e seus órgãos vinculados (SIGAM, 2012). O SIGAM possui um subsistema (SIGAM-GEO) que permite o cadastramento e a apresentação de elementos georreferenciados (a exemplo de empreendimentos, propriedades e autos de infração ambiental), de mapas temáticos e imagens de qualquer natureza. É no SIGAM-GEO que estão georreferenciadas as reservas legais averbadas do Estado (MARQUES, 2011).

Uma vez que as leis estaduais são embasadas na legislação federal, a revogação do Código Florestal resultará em mudanças nas regulamentações paulistas, em destaque no que se refere aos critérios menos restritivos de compensação de reserva legal que consideram o bioma como unidade territorial na qual as trocas entre imóveis são permitidas. O êxito do mecanismo de compensação em efetivar um instrumento voltado para a conservação da biodiversidade como a reserva legal perpassa, justamente, pela discussão dos critérios utilizados para nortear as trocas (RANIERI, 2004; SBPC/ABC, 2011), uma vez que os mesmos são o único amparo legal para que a escolha da localização das reservas não seja uma prerrogativa exclusiva do proprietário rural (BONNET *et al.*, 2006). Ou seja, é de se esperar que os critérios possam auxiliar a regular o mercado de reserva legal estabelecido

por meio das compensações para que não haja distorções no que tange o objetivo do instrumento em questão.

A partir de então, a revisão apresenta as principais implicações econômicas e ambientais do mecanismo de compensação, considerando os critérios atualmente válidos para o seu norteamento e aspectos funcionais das reservas legais.

2.4 Mercados de reserva legal e os benefícios econômicos

A não conformidade generalizada em relação à reserva legal ocorre por diversas razões, incluindo as constantes mudanças nas exigências legais, a definição imprecisa de alguns mecanismos e a falta de fiscalização por parte do poder público (SPAROVEK *et al.*, 2011). Contudo, o elevado custo de oportunidade de conservação, associado ao abandono de oportunidades de converter a terra em usos rentáveis, e os encargos financeiros que a recuperação das áreas naturais gera aos proprietários rurais são os principais fatores apontados na literatura que explicam a resistência à manutenção das reservas legais, especialmente nas unidades da federação com uso intensivo do solo (GONÇALVES; CASTANHO FILHO, 2006; IRIGARAY, 2007; SPAROVEK *et al.*, 2011; FASIABEN *et al.*, 2011).

Por outro lado, o estudo de Marques e Ranieri (2012) contraria estas afirmações recorrentes de que os fatores econômicos são determinantes na decisão dos proprietários rurais de manter áreas de reserva legal. Para os municípios do Estado de São Paulo, os autores observaram que variáveis como valor de venda da terra e valor de produção apresentaram correlação de baixa intensidade com o índice de cumprimento da reserva legal e, portanto, não interferem significativamente no cumprimento da norma relativa a esta obrigatoriedade. A conclusão foi reforçada ao demonstrarem que municípios localizados em regiões de elevada intensidade de uso do solo apresentaram índices de cumprimento da reserva legal muito acima da média observada para o Estado, a exemplo de Ribeirão Preto, Franca e São Carlos.

Ainda que fatores econômicos não justifiquem de todo o não cumprimento das normas referentes à reserva legal (MARQUES; RANIERI, 2012), a compensação é a alternativa preferida dos proprietários de terra em desconformidade por minimizar os custos associados à ação de conservação. Em teoria, os custos com a compensação são menores

que os custos oriundos do abandono da área produtiva e da sua recuperação por meio do plantio de espécies (FERREIRA *et al.*, 2007; IRIGARAY, 2007; SPAROVEK, 2012).

O mecanismo de compensação também pode ser vantajoso para aqueles que conservam vegetação nativa além dos limites mínimos estabelecidos em lei ao representar a possibilidade de geração de renda. A compensação pode valorizar as terras com cobertura vegetal original em comparação a outras opções econômicas de exploração, o que pode ser um incentivo a preservação (CHOMITZ, 2004; FERREIRA *et al.*, 2007; NUSDEO, 2007).

Segundo Martins e Chaves (2006), a existência de cobertura florestal geralmente está associada ao baixo desempenho econômico das regiões. De fato, a maior parte da vegetação natural passível de ser averbada como reserva legal via compensação está em regiões de menor aptidão agrícola, ou seja, de baixa rentabilidade por área (BONNET *et al.*, 2006; SPAROVEK *et al.*, 2011). Sendo assim, o mecanismo de compensação possibilitaria a transferência de renda entre regiões, contribuindo para a redução das desigualdades regionais (MARTINS; CHAVES, 2006; IGLIORI *et al.*, 2007).

Sparovek (2012) afirma que a compensação de reserva legal concretiza o conceito mundialmente almejado de “pagar pela floresta em pé”. Na medida em que envolve remuneração de um proprietário rural a outro (por meio de compra ou arrendamento de áreas), a compensação se constitui como um instrumento econômico de criação de mercado (NUSDEO, 2007). A conservação torna-se um negócio, amenizando as imperfeições dos mecanismos de comando-controle (SPAROVEK, 2012).

Atualmente, a recém-criada plataforma online Bolsa Verde do Rio de Janeiro (BVRio) opera um mercado de ativos ambientais onde é possível comprar e vender cotas de reserva ambiental (CRA). A Bolsa Verde funciona de modo similar à bolsa de valores tradicional, onde existem ofertas, negociações e um mercado futuro de preços e produtos (RIBEIRO, 2012; BOLSA VERDE DO RIO DE JANEIRO, 2013). Proprietários rurais de todo o Brasil que possuem déficit de reserva legal em seus imóveis podem se adequar a lei ambiental por meio dos contratos ofertados na Bolsa Verde, enquanto aqueles com excesso de vegetação podem lançar estes contratos de venda de CRAs. Os contratos podem ser temporários (5, 10 ou 20 anos) ou permanentes. Os valores das áreas naturais variam de R\$ 100,00 a R\$ 1.000,00 por hectare (ha) ao ano de acordo com o tempo do contrato e com o tipo de vegetação existente. Uma área de Mata Atlântica na região sudeste pode custar em média R\$ 1.000,00 ha/ano. A plataforma já possui mais de 400 produtores cadastrados e uma

oferta em torno de 250 mil ha em imóveis rurais nos mais diversos biomas (BOLSA VERDE, 2013).

A criação de um mercado sólido de compensação de reserva legal, no qual o valor médio pago pelo arrendamento ou compra de áreas resulta da relação entre oferta e procura, requer efetividade na aplicação das normas pelo poder público ao exigir dos proprietários rurais a implantação da reserva ou sua compensação (NUSDEO, 2007), além de requerimentos legais claros para garantia dos contratos de compra e venda (IGLIORI *et al.*, 2007). No entanto, a própria relação entre oferta e procura é influenciada pelo recorte territorial no qual as compensações são permitidas. O desenho espacial é um dos aspectos mais importantes a serem considerados quando se avalia potenciais mercados de reserva legal via compensação (CHOMITZ, 2004; FERREIRA *et al.*, 2007; IGLIORI *et al.*, 2007).

À priori, quanto maior a unidade territorial de aplicação do mecanismo de compensação, maior é a oferta de reserva legal e o número de transações possíveis (CHOMITZ, 2004; FERREIRA *et al.*, 2007). Por outro lado, a ampliação do polígono de aplicação pode levar a proteção a baixos custos apenas da vegetação natural de regiões tão remotas e desprovidas de aptidão agrícola que, por esta razão, já estariam em grande parte protegidas. Devido à baixa remuneração que ocorre nestas áreas remotas, não haveria um mercado interessante de compensação nas regiões onde efetivamente existe uma pressão de desmatamento (SPAROVEK *et al.*, 2011).

O espaço geográfico onde se estabelecem os mercados de reserva legal influencia também os resultados de ordem ambiental. Neste caso, ao contrário do que ocorre em termos de eficiência econômica, a utilização de recortes amplos e genéricos como limites geográficos para as compensações, a exemplo de “grandes bacias” ou “bioma”, resulta em maiores custos ambientais (RANIERI, 2004; IGLIORI *et al.*, 2007; SBPC/ABC, 2011, 2012).

2.5 Implicações ambientais da compensação e a equivalência ecológica.

A principal vantagem da compensação do ponto de vista ambiental está na possibilidade de planejar a ocupação das áreas rurais de modo que as reservas legais possam ser estabelecidas em locais mais adequados do ponto de vista da conservação dos diversos atributos ambientais, uma vez que as divisas das propriedades não são mais um fator limitante (RANIERI, 2004). A partir de uma análise das paisagens rurais, a localização das

reservas legais de compensação pode ser planejada no sentido de criar corredores de vegetação e elementos de manutenção da conectividade florestal, incluindo florestas já existentes e áreas a serem restauradas (DITT *et al.*, 2008). A reserva legal extrapropriedade pode contribuir para promover a aglomeração dos fragmentos florestais, priorizando a cobertura vegetal em áreas onde existe alto grau de endemismo de espécies e comunidades ecológicas (FERREIRA *et al.*, 2007; SBPC/ABC, 2011). A proteção de florestas primárias ou em estágios mais avançados de regeneração poderia ser priorizada, o que traria significativo impacto sobre a conservação da fauna e flora, especialmente quando se trata de florestas tropicais (BARLOW *et al.*, 2007; GIBSON *et al.*, 2011).

O mecanismo de compensação pode atuar, ainda, como um importante instrumento de gestão integrada floresta-água, quando a definição geográfica das reservas legais contribui para complementar eventuais lacunas e promover a melhoria na forma e função das APPs (RIBEIRO *et al.*, 2005; POMPERMAYER, 2006). Desse modo, a disposição das reservas legais permitiria pensar não apenas nas melhores áreas para a conservação da biodiversidade, como também naquelas que trariam maiores benefícios para a proteção dos recursos hídricos (RANIERI, 2004).

Contudo, quando as compensações são realizadas entre áreas muito distantes entre si, a eficácia deste mecanismo enquanto estratégia de conservação da biodiversidade é questionada (FEARSINDE, 2000; METZGER, 2002). Quanto menos restritos são os limites geográficos em que se estabelecem os mercados de reserva legal, menores são as chances de se preservar a biodiversidade local. Nestes casos, os maiores custos ambientais citados anteriormente resultam da possibilidade de transações entre propriedades localizadas em ecossistemas heterogêneos (FERREIRA *et al.*, 2007; IGLIORI *et al.*, 2007).

O bioma, atual critério que define onde as compensações podem ocorrer, compreende uma área do espaço geográfico que apresenta certo tipo de uniformidade ambiental que lhe confere uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, ou seja, uma ecologia própria (COUTINHO, 2006). Tal uniformidade, entretanto, não deve ser confundida com homogeneidade. Os biomas brasileiros ocupam extensas áreas geográficas que abrangem um amplo espectro de condições ambientais, como diferentes tipos de solos, de condições climáticas, e faixas de altitude (DURIGAN *et al.*, 2003a; COUTINHO, 2006). Estas diferenças fazem com que dentro de cada grande bioma exista uma diversidade de fisionomias vegetais marcadas por diferenças de composição de espécies e estruturas de

ecossistemas (METZGER *et al.*, 2010). Nesse sentido, as compensações previstas indistintamente no âmbito do bioma poderão levar a trocas entre áreas que não tem equivalência ecológica em termos de composição de espécies, de estrutura ou de função (SBPC/ABC, 2012).

Por exemplo, quando um proprietário que deveria conservar uma reserva legal cuja vegetação original é de Floresta Estacional Semidecidual, compra para fins de regularização uma área de Floresta Ombrófila Densa, a compensação não garante a proteção de florestas ecologicamente equivalentes (SBPC/ABC, 2011). Sob influência da variação longitudinal, estas florestas estão situadas em condições ambientais e climáticas muito distintas, com vegetações e ecossistemas bastante diferentes (RIBEIRO *et al.*, 2009). Cada uma dessas formações tem suas espécies características, melhor adaptadas a cada condição (RANIERI, 2004). Tais diferenças fazem com que estas florestas não sejam intercambiáveis entre si, ainda que pertençam ao mesmo bioma (METZGER *et al.*, 2010).

Ademais, é possível observar alta heterogeneidade mesmo entre áreas de uma mesma formação vegetal. A variabilidade florística dentro das áreas de Floresta Estacional Semidecidual e de Floresta Ombrófila Densa pode ser comparável àquela observada entre as mesmas (GANDOLFI *et al.*, 1995; RBMA, 1999). O mesmo ocorre com fisionomias de Cerrado, como o Cerrado sentido restrito, cujas espécies são distribuídas espacialmente em mosaicos, sempre com uma combinação de menos de cem espécies por área estudada, de modo que até mesmo comunidades situadas em áreas próximas podem ser diferentes em termos florísticos (FELFILI *et al.*, 1993).

Comunidades floristicamente semelhantes, por sua vez, podem ser consideravelmente distintas em sua estrutura. Parâmetros estruturais da vegetação como densidade, área basal/hectare, diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) e altura máxima das árvores podem estar relacionados às características do processo sucessional, ou serem mais fortemente dependentes de fatores como a condição de fragmentação ou a disponibilidade de água e nutrientes no solo (DURIGAN *et al.*, 2008).

Do ponto de vista funcional, os serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação natural das áreas de reserva legal são muitas vezes restritos ao imóvel de exploração agrícola e ao seu entorno imediato, como o controle natural de pragas e doenças e a amenização dos efeitos provocados pela estiagem (DELALIBERA *et al.*, 2008; SBPC/ABC, 2012). Tais serviços, assim como outras funções ecológicas cumpridas pelas áreas de reserva

legal (bióticas, hídricas, edáficas, climáticas e estéticas), não são repostos na sua área original por qualquer forma de compensação (METZGER *et al.*, 2010).

Ao observar os critérios da equivalência ecológica, especialmente os de composição de espécies e de função, a possibilidade de compensação no âmbito do bioma implica no estabelecimento de um limite de distância geográfica. A SBPC/ABC (2011) defende que as compensações fora das propriedades rurais devem ser possíveis em áreas geográficas restritas, situadas nas mesmas regiões biogeográficas, atentando para a equivalência nas formações fitofisionômicas. Isto porque, áreas de compensação não adjacentes ou fora da mesma microbacia hidrográfica, que desconsideram a heterogeneidade das diversas formações vegetais brasileiras e a distribuição geográfica limitada da maioria das espécies dentro de cada bioma, não se prestam a conservar espécies da região perdida (METZGER *et al.*, 2010; SBPC/ABC, 2011). Polígonos de compensação mais restritos garantem que as trocas sejam feitas dentro do mesmo ecossistema da área degradada, de modo que a reserva legal contribua para a proteção dos serviços ecossistêmicos regionais.

Segundo Sparovek *et al.* (2011), o principal problema da utilização do bioma como limite para o mercado de compensação de reserva legal se baseia no fato do mesmo não direcionar geograficamente as áreas a serem protegidas. Em consequência, além de permitir trocas entre áreas sem equivalência ecológica, os mercados de reserva legal realizados no âmbito do bioma podem tanto privilegiar a conservação de determinados ecossistemas brasileiros em detrimento de outros (BONNET *et al.*, 2006), quanto de determinadas microbacias em detrimento de outras (SBPC/ABC, 2011).

Bonnet *et al.* (2006) citam o exemplo para o Cerrado brasileiro. Formações vegetais que ocorrem usualmente em áreas com pequeno potencial de mecanização agrícola, como as de campos e cerrados rupestres, estariam sob menor pressão de conversão para o uso da terra e poderiam ser mais bem remuneradas pelo mercado de compensação. Em comparação, as fisionomias de Savana Florestada e Arborizada, que são frequentes em áreas planas e intensamente utilizadas, tendem a deixar de ser protegidas, pois coincidiriam com as áreas de ampliação da fronteira agrícola.

Do mesmo modo, se a vegetação natural passível ao mercado de reserva legal está concentrada em regiões de menor aptidão agrícola, as compensações não realizadas em áreas geográficas restritas podem criar amplos contrastes entre paisagens em termos biológicos. De um lado, paisagens com baixos índices de vegetação em certas microbacias

(justamente aquelas com intensa demanda de uso de água), e de outro, microbacias com alta concentração de reserva legal (SBPC/ABC, 2011). Pompermayer (2006) já assinalou que a compensação pode ser um instrumento efetivo para a gestão floresta-água, desde que considere a microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. Na maioria dos Estados onde o uso do solo é intenso, a distribuição da cobertura vegetal natural já não é homogênea entre bacias. Os maiores fragmentos de vegetação remanescente concentram-se em determinadas regiões, enquanto nas demais se observa uma distribuição descontínua e com índices inexpressivos (BONNET *et al.*, 2006).

A expansão das grandes áreas de hábitat natural, que caracterizam os sistemas públicos de áreas protegidas, é de fundamental importância uma vez que as mesmas são capazes de suportar populações viáveis, enquanto inúmeros fragmentos menores não o são (RICKLEFS, 2003). Contudo, o potencial de conservação dos pequenos fragmentos não pode ser desprezado (MARQUES; RANIERI, 2012). Os remanescentes de vegetação nativa, mesmo que pequenos, contribuem significativamente nesse sentido, não só por proteger diretamente sítios chave de importância biológica, mas principalmente por funcionarem como trampolins ecológicos no deslocamento e na dispersão das espécies pela paisagem, reduzindo o isolamento entre as grandes áreas protegidas (RIBEIRO *et al.*, 2009; SBPC/ABC, 2011).

Considerando que a proteção da diversidade biológica depende tanto da preservação de grandes áreas de habitat, como da inclusão de representantes de todos os tipos de habitats num sistema de espaços territoriais protegidos, a compensação de reserva legal dentro de limites geográficos mais restritos poderia auxiliar a preencher lacunas na preservação da diversidade em paisagens alteradas e fragmentadas (RANIERI, 2004), cujos ecossistemas estão sob maior pressão de conversão para o uso da terra (BONNET *et al.*, 2006). Evita-se assim, o risco de se proteger apenas a vegetação natural de regiões remotas e desprovidas de aptidão agrícola por serem mais baratas (SPAROVEK *et al.*, 2011).

O recorte territorial utilizado pelo Estado do Paraná até o momento para delimitar a área onde é possível a compensação entre propriedades é um exemplo bem visto por profissionais envolvidos com o tema da compensação de reservas legais (BERNARDO *et al.*, 2009). Para defini-lo foi utilizado um conjunto de restrições baseadas nas divisões de 16 bacias hidrográficas do Estado, na divisão de biomas (considerando as diferentes fisionomias florestais), e na divisão político-administrativa da Secretaria do Meio Ambiente. As trocas só

podem ocorrer entre propriedades pertencentes ao mesmo bioma, à mesma bacia hidrográfica, e ao mesmo agrupamento de municípios (19 ao todo) como definidos em Portaria, onde também são estipuladas áreas prioritárias para conservação (BERNADO, 2010).

Ao contrário do que se possa imaginar, este desenho espacial não inviabiliza o mercado de compensação de reserva legal no Estado do Paraná, como demonstra o estudo de Bernardo (2010). Em comparação com os Estados de Minas Gerais e do Mato Grosso do Sul, cujos polígonos de compensação são mais amplos, o Estado do Paraná possui o maior número de reservas legais averbadas, inclusive por meio do mecanismo de compensação (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores de êxito dos sistemas de gestão de reserva legal, com foco no mecanismo de compensação para os Estados do Paraná (PR), Minas Gerais (MG) e Mato Grosso do Sul (MS). Modificado de Bernardo (2010).

Estimativas (2009)	Estados		
	PR	MG	MS
Área (km ²)	17 568 089	35 669 795	26 449 105
Total de estabelecimentos agropecuários próprios	373 238	550 529	65 619
Total de reservas legais averbadas	13 593	4 521	598
Total de reservas legais compensadas	1 191	234	43
Percentual de imóveis com reserva legal	4	3	1
Percentual de reservas compensadas/ total de reservas legais	9	5	7

O maior êxito do Paraná em averbar as reservas legais e em aplicar o mecanismo de compensação não se justifica devido o maior número de propriedades rurais deste Estado frente aos outros, nem em função da maior extensão territorial (BERNARDO, 2010). É provável, de acordo com a autora, que aspectos institucionais relativos ao órgão ambiental gestor das reservas legais, especialmente em termos organizacionais (com a existência de sistemas de informação completos e integrados, definição de normas e procedimentos

padrão, e questões relativas à comunicação interna e externa) tenha papel decisivo no êxito do sistema.

Este resultado enfatiza a ideia de que a efetividade do mecanismo de compensação enquanto estratégia de conservação dependa menos da ampliação exagerada dos polígonos de compensação, como é o caso de considerar todo o bioma (SPAROVEK *et al.*, 2011), e mais da definição de critérios legais e procedimentos claros, embasados pelo conhecimento científico sobre os ecossistemas nacionais, e eficientes sistemas de informação que auxiliem aos técnicos e diretores dos órgãos ambientais competentes no momento da definição das áreas a servirem como compensação (RANIERI, 2004; BERNARDO, 2010; METZGER, 2010).

A impropriedade técnica de diversos dispositivos previstos pela Lei nº 12.651/2012 é o motivo pelo qual a Procuradoria Geral da República (PGR) encaminhou no dia 21/01/2013 ações ao Supremo Tribunal Federal (STF), questionando a constitucionalidade de determinados artigos (BRASIL, 2013; PGR, 2013). A recomposição de vegetação em áreas no mesmo bioma, sem que haja identidade ecológica entre as áreas, é considerada insuficiente como mecanismo de compensação pela PGR, sendo um dos pontos-chave das ações diretas de inconstitucionalidade. Ao prever esta possibilidade de compensação, a PGR argumenta que a lei afronta o dever fundamental de preservar e restaurar processos ecológicos essenciais, além de permitir a descaracterização do instituto da reserva legal (BRASIL, 2013).

Caso o STF declare a inconstitucionalidade de trechos da lei, as discussões podem voltar, praticamente, a estaca zero (PGR, 2013). De todo modo, o debate em torno da reformulação da legislação florestal brasileira ainda permanece vivo. A comunidade científica tem se esforçado para oferecer aporte substancial para a melhoria da legislação vigente no sentido de equacionar os interesses entre conservação ambiental e produção agropecuária. As discussões sobre a melhor forma de aplicação do mecanismo de compensação de reserva legal são exemplo disto.

2.6 Comparando comunidades: Índices de similaridade

Como visto nos itens anteriores, para que o mecanismo de compensação atenda a sua função definida nas normas legais, efetivando um instrumento voltado para a conservação da biodiversidade, é necessário observá-lo não apenas do ponto de vista econômico, mas também do ponto de vista ambiental.

Considerando o aspecto biológico, as compensações só fazem sentido quando ocorrem entre áreas equivalentes ecologicamente em termos de composição, estrutura e função (METZGER *et al.*, 2010; SPC/ABC, 2011; 2012). Alguns destes aspectos da equivalência ecológica são de difícil avaliação dada à pequena disponibilidade de dados, no que se refere aos estudos que caracterizam a estrutura dos ecossistemas, por exemplo, e à complexidade de obtenção dos mesmos, especialmente em relação à determinação dos serviços ecossistêmicos oferecidos por uma área com vegetação. Nesse sentido - e considerando que no contexto da gestão ambiental a tomada de decisão, em geral, envolve algum grau de incerteza - fica clara a necessidade de fazer a análise comparativa entre áreas de compensação utilizando dados existentes e facilmente disponíveis.

No caso do Estado de São Paulo, observa-se uma abundância de levantamentos florísticos, envolvendo o componente arbóreo da vegetação principalmente (BIRAL, 2011). Estes estudos são desenvolvidos por diversas instituições que abrigam os principais grupos de pesquisa em ecologia e dinâmica de fragmentos florestais no Estado, como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (UNESP), e a Universidade Federal de Campinas (UNICAMP).

Os dados relativos à florística dos remanescentes de vegetação nativa possibilitam, portanto, uma análise fundamental para dar um primeiro passo na avaliação da equivalência ecológica: a similaridade florística.

A variação de espécies existentes entre comunidades pode ser representada e quantificada de diversas maneiras. Contudo, nenhuma medida serve a todos os propósitos (MAGURRAN, 2004). Quando se deseja realizar comparações em termos de composição de espécies entre áreas amostradas em diferentes momentos, lugares, ou por diferentes técnicas, é possível utilizar os coeficientes ou índices de similaridade (WOLDA, 1981).

A maioria dos índices de similaridade aumenta linearmente a partir de um valor mínimo fixo (0) a outro valor máximo finito (1), sendo esta propriedade que os torna tão úteis na comparação da fauna ou da flora entre áreas (WOLDA, 1981). Quanto maior o valor observado mais similar são as amostras (MEYER, 2002).

Os índices de similaridade podem considerar apenas dados de presença/ ausência das espécies nas amostras, sendo denominados índices binários ou qualitativos. Outros coeficientes são quantitativos, pois incorporam informações sobre a abundância relativa das espécies (QUADRO I) (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; MAGURRAN, 2004).

Quadro I. Exemplos de índices de similaridade qualitativos e quantitativos. Ver detalhes em Wolda (1981) e Meyer (2002).

Índices de similaridade	
Qualitativos	Quantitativos
Jaccard (1908)	Bray - Curtis (1957)
Kulczynski I e II (1913)	Morisita (1959)
Sørensen (1945)	Morisita- Horn (1966)
Ochiai (1957)	Distância Euclidiana (1975)
Anderberg (1973)	Canberra-Métrico (1976)
Mountford (1962)	

Embora os trabalhos, comumente, não justifiquem a escolha por um índice em particular, esta deve ser cuidadosa, uma vez que os resultados podem variar bastante a depender da opção feita (WOLDA, 1981; MEYER, 2002). Estudos como os de Wolda (1981), Marguía e Villaseñor (2003), Kollef, Gaston e Lennon (2003) e Chao et al. (2006) podem auxiliar neste processo de escolha, pois discutem as vantagens e desvantagens dos diferentes índices tendo em vista os objetivos do trabalho e as possíveis variações dos mesmos em função do tamanho e da diversidade das amostras.

Á priori é preferível utilizar os índices de similaridade quantitativos, uma vez que diferenças na abundância e ou na distribuição das espécies podem ser mais marcantes que diferenças de composição em alguns casos. Por outro lado, na maioria das vezes apenas dados de presença/ausência estão disponíveis. Estes dados têm permitido comparações relativamente simples e eficientes entre um grande número de áreas (DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000; CHAO *et al.*, 2006).

Entre os índices binários, os coeficientes de Jaccard (J) (1908) e de Sørensen (S) (1948) são os mais bem conhecidos e amplamente utilizados, sendo claramente muito semelhantes:

$$\text{Jaccard} = \frac{A}{A+B+C} \quad ; \quad \text{Sørensen} = \frac{2A}{2A+B+C}$$

em que a = número total de espécies comuns a ambas as áreas, b = número total de espécies exclusivas de uma das áreas e c = número total de espécies exclusivas da outra área.

A diferença é que para Jaccard (1908) todos os termos da equação tem o mesmo peso, enquanto Sørensen (1948) dá duplo peso para as duplas presenças por considerar que a presença de uma espécie em dois ou mais ambientes é mais informativa que sua ausência (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; MAGURRAN, 2004).

Podem ser consideradas similares comunidades cujo valor do índice é superior a 0.25 para Jaccard e 0.5 para Sørensen (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Ou seja, quando mais que 25% ou 50% das espécies amostradas são comuns às áreas comparadas a depender do índice utilizado. A similaridade pode ser considerada alta quando são observados valores maiores ou iguais a 0.5 (KENT; COKER, 1992 *apud* DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000).

3. OBJETIVO

Contribuir para o aprimoramento da aplicação do mecanismo de compensação de reserva legal no Estado de São Paulo considerando aspectos da equivalência ecológica.

3.1 Objetivos específicos

- 1) Classificar casos concretos de compensações de áreas de reservas legais segundo critério de equivalência ecológica, considerando 2 níveis de aproximação: (i) equivalência no âmbito do bioma e (ii) equivalência entre fisionomias vegetais.
- 2) Analisar as relações de similaridade florística entre fragmentos de Cerrado e Mata Atlântica no Estado de São Paulo, e sua correlação com a distância espacial.
- 3) Analisar os dados obtidos nos objetivos específicos 1 e 2 face as normas brasileiras e ao referencial teórico.
- 4) Propor, com base nos dados e análises, critérios para aprimorar a aplicação do mecanismo de compensação.

4. METODOLOGIA

O modelo de análise das compensações de reserva legal sob o ponto de vista biológico adotado no presente trabalho se fundamentou no estudo da equivalência ecológica, segundo as proposições de Metzger et al. (2010) e da SPBC/ ABC (2011; 2012) explicitadas anteriormente.

Em resumo, aplicar o mecanismo de compensação em áreas ecologicamente equivalentes significa considerar não só as regiões de endemismo, mas também as diferenças de composição de espécies e estrutura dos ecossistemas que ocorrem dentro das subdivisões de cada grande bioma brasileiro. Estas diferenças tendem a se acentuar entre áreas de compensação não adjacentes ou fora da mesma microbacia hidrográfica, ou seja, espacialmente distantes entre si (METZGER *et al.*, 2010; SPBC/ ABC, 2011; 2012).

Este trabalho se limitou a analisar apenas aspectos da equivalência em termos de composição, tendo em vista as dificuldades em precisar a equivalência estrutural e funcional das áreas. Parte da pesquisa analisou casos concretos de compensação de reserva legal no Estado de São Paulo, atentando para a equivalência das formações vegetais entre as áreas no âmbito do (i) bioma e das (ii) fitofisionomias. Foram observadas também características gerais relativas aos imóveis envolvidos nas trocas, como localização, extensão e distância entre os mesmos. A segunda parte analisou a similaridade florística entre diferentes fragmentos de Cerrado e Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) do Estado previamente inventariados, e sua relação com a distância espacial. Os procedimentos metodológicos são detalhados em seguida.

4.1 Área de estudo

O Estado de São Paulo é o ente federativo de maior peso econômico no país (SÃO PAULO, 2010). Ocupando aproximadamente 3% do território brasileiro, o Estado contribui com 33,9% de toda riqueza nacional (considerando o PIB) (IBGE, 2007).

As atividades agropecuárias estão entre os principais vetores econômicos que repercutem diretamente sobre o território paulista (SÃO PAULO, 2010). O Estado possui uma forte agroindústria, sendo o maior produtor de cana de açúcar do país, e o maior produtor

de madeira para a indústria de papel, enquanto a pecuária é responsável por mais de dez milhões de animais (IGARI *et al.*, 2009).

De maneira geral, a expansão das atividades agropecuárias no território paulista – hoje principalmente representada pela expansão da cultura canavieira – se deu, historicamente, em detrimento da preservação da cobertura vegetal nativa (SÃO PAULO, 2010). A época do descobrimento, a Mata Atlântica recobria, aproximadamente, 81% da área do Estado, sendo o restante ocupado principalmente pelo Cerrado e pelos campos naturais (SÃO PAULO, 2010). Atualmente, segundo o Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (2005), os remanescentes de vegetação nativa cobrem apenas 13,94% do território, dos quais, cerca de 13% correspondem ao domínio Mata Atlântica e apenas 1% ao Cerrado.

Adicionalmente, deste total de vegetação remanescente, apenas 25% encontra-se protegido dentro de alguma categoria de Unidade de Conservação, estando o restante sob domínio do setor privado paulista. A distribuição da cobertura vegetal natural no Estado também é preocupante, pois cerca de 60% da área remanescente concentra-se nas regiões do litoral (contínuo de florestas da Serra do Mar), de Sorocaba e do Vale do Paraíba, enquanto nas demais regiões se observam uma distribuição descontínua e com índices inexpressivos (SÃO PAULO, 2010).

Diante deste cenário, e considerando os 20,5 milhões de hectares ocupados pelas unidades produtivas agrícolas paulistas (MARQUES, 2011), a efetivação de instrumentos como as reservas legais é essencial na tentativa de minimizar a tendência de intensificação da fragmentação e da redução dos remanescentes não protegidos no Estado, além do isolamento ecológico das áreas protegidas (SÃO PAULO, 2010).

De acordo com o relatório proveniente do SIGAM, o Estado, em 2010, contabilizava 281.028 hectares de reservas legais averbadas, muito aquém dos 4,1 milhões de hectares exigidos, considerando o mínimo de 20% da área da propriedade rural (MARQUES, 2011). Devido a reticência dos produtores rurais em relação à regularização desse passivo, as possibilidades de compensação são uma das principais alternativas a serem adotadas para melhoraria da situação da biodiversidade no território paulista. Até 2010, 111 reservas legais foram averbadas por compensação no Estado (MARQUES, 2011).

4.2 Análise de casos concretos de compensação

4.2.1 Composição do banco de dados oficiais de compensação

Todas as informações de interesse para o atual estudo acerca dos imóveis rurais objetos de compensação e suas respectivas reservas legais compensatórias foram obtidas por meio de consulta a processos administrativos de averbação de reserva legal no Estado.

Ao todo foram consultados 104 processos de compensação de reserva legal finalizados (com áreas efetivamente registradas em cartório), arquivados em sete diferentes unidades da SMA e agências ambientais da CETESB, sendo estas: o Centro de Planejamento Aplicado (CPA), os Centros Técnicos Regionais de São José do Rio Preto, de Bauru e de Ribeirão Preto, e as agências ambientais da CETESB de São José do Rio Preto, Franca e Araraquara (Tabela 2).

Tabela 2. Processos de compensação de reserva legal consultados por Unidade.

Unidade	Total
Centro de Planejamento Aplicado (CBRN/NA)	39
CTR de Ribeirão Preto (CBRN/CTPPB/NRPP9 + CFA/CT9)	25
CTR de São José do Rio Preto (CBRN/CTPPB/NRPP4 + CFA/CTR4)	13
CTR de Bauru (CBRN/CTPPB/NRPP6)	10
Agência Ambiental de Franca (CETESB/CGF)	8
Agência Ambiental de São José do Rio Preto (CETESB/CFR)	7
Agência Ambiental de Araraquara (CETESB/CGA)	2
Total	104

Estas unidades foram escolhidas no intuito de acessar o maior número possível de processos em um número reduzido de CTRs e agências ambientais. Uma consulta realizada junto ao SIGAM¹ indicou que, até abril de 2012, havia 188 processos de compensação de reserva legal finalizados no Estado de São Paulo, arquivados em 40 diferentes unidades vinculadas à SMA e à CETESB.

¹Busca em: (<http://sigam.cetesb.sp.gov.br/sigam2/Default.aspx?idPagina=5822>), aplicando-se dois filtros qualitativos: 1) “reserva legal de compensação” no campo de busca denominado **Categoria de processo** e 2) “área averbada” no campo **Ação/Situação atual**.

As unidades visitadas concentravam, segundo a lista emitida pelo SIGAM, 51% deste total aproximadamente (APÊNDICE A), o que baseou a escolha.

Foram coletadas informações sobre a localização dos imóveis envolvidos nas trocas por município e coordenadas (ao menos um ponto de amarração). Como havia nos processos diferentes documentos anexados que apresentavam mais de um ponto de amarração para os imóveis, as coordenadas anotadas seguiram uma ordem de prioridade. Os pontos anotados foram preferencialmente àqueles indicados nos Termos de Responsabilidade de Preservação de Reserva Legal (TRPRL) ou nos Termos de Compromisso de Instituição ou de Recomposição ou de Compensação da Reserva Legal (TCIRCRL), seguidos da primeira coordenada presente no memorial descritivo dos imóveis. Por último, foram anotadas coordenadas presentes nos laudos de vistoria e nas plantas planialtimétricas das propriedades.

Além de dados sobre a localização dos imóveis também foram observadas, quando constantes nos processos, as áreas (em hectares) das reservas legais compensatórias e dos imóveis que realizaram a compensação, além das principais atividades produtivas desenvolvidas nestes últimos. Foram estimadas as distâncias espaciais (em quilômetros) entre os imóveis objetos de compensação e as reservas legais compensatórias com base nas coordenadas anotadas ou nas distâncias entre as sedes municipais segundo IBGE, quando não havia pontos de amarração para um ou ambos imóveis. Os cálculos foram realizados por meio do *site* do Departamento de Geodésica do curso de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (<http://www.ufrgs.br/engcart/Teste/inicial2.html>).

4.2.2 Análise da equivalência de vegetação: bioma e fitofisionomias

As coordenadas dos imóveis envolvidos nas compensações apresentavam como referência espacial a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fusos 22 ou 23 sul, e datum horizontal South American Datum (SAD) 1969. As conversões necessárias das coordenadas métricas em coordenadas geográficas e em graus decimais foram executadas por meio do programa gratuito de transformação de dados disponibilizado pelo IBGE (ProGrid) e do programa Microsoft Office Excel 2007.

A partir das coordenadas em graus decimais e com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), a identificação do bioma e das fitofisionomias que ocorrem nas áreas em que os imóveis envolvidos nas trocas estão inseridos foi feita com base no mapa da vegetação remanescente do Estado de São Paulo, produto dos esforços do Programa BIOTA-FAPESP e do Instituto Florestal (Figura 2). Neste mapa estão incluídos três domínios florestais (Ombrófila Densa, Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual), um domínio de savana (Cerrado), além da classificação de mangue (Formação Arbustiva/ herbácea de Terrenos Marinheiros Lodosos). Também está indicada a distribuição dos diversos ambientes existentes entre as fisionomias vegetais, ou seja, as regiões de contato. (INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESP, 2004).

Figura 2. Mapa das fitofisionomias do Estado de São Paulo. Fonte: Instituto Florestal/SMA, Programa Biota-Fapesp (2004).

Para alguns casos de compensação analisados, as coordenadas dos imóveis não correspondiam aos municípios indicados nos processos administrativos. Neste momento, a equivalência da vegetação foi estimada considerando, apenas, a informação do município de

origem das áreas. O mesmo critério foi utilizado para os casos em que nos processos não constaram dados de coordenadas para os imóveis com déficit compensado e/ou para as reservas de compensação. Para estas situações, só foi possível realizar a análise de equivalência quando o imóvel objeto de compensação e sua respectiva reserva legal se localizaram em municípios diferentes que não apresentaram fisionomias vegetais em comum.

4.3 Análise da similaridade florística e da autocorrelação espacial

4.3.1 Seleção dos inventários de espécies

A similaridade florística entre áreas de Cerrado e Mata Atlântica do Estado de São Paulo foi analisada com base em estudos florísticos, fitossociológicos, de estrutura, e de dinâmica vegetal realizados em fragmentos pertencentes a estes biomas.

Para as áreas de Cerrado, os inventários selecionados foram desenvolvidos no âmbito do Projeto temático “Viabilidade de Conservação dos remanescentes de Cerrado do Estado de São Paulo” e disponibilizados pelo SinBiota² (<http://sinbiota.biota.org.br/Sinbiota/Occurrence/Search>). Neste projeto todos os inventários apresentam uma metodologia de coleta padrão (levantamento botânico expedito) e, para a maioria deles, é possível obter informações precisas de localização por meio do CD de divulgação do projeto. O CD-ROM Biota Cerrado está disponível na página *web* do projeto temático (<http://eco.ib.usp.br/lepac/biota-cerrado/>), e apresenta, entre outros conjuntos de informações, mapas das fisionomias de Cerrado encontradas nos polígonos estudados. Em casos em que só foi possível identificar o município em que os fragmentos se localizavam, as coordenadas das sedes municipais segundo o IBGE foram utilizadas como referência.

²O SinBiota é um Sistema de Informação Ambiental para o Estado de São Paulo desenvolvido para armazenar dados de coletas e inventários realizados pelos projetos vinculados ao Programa BIOTA-FAPESP (CRIA, 2012).

No total foram incluídos na análise 14 levantamentos realizados em áreas de Savana Arbórea Aberta (inclui as fisionomias de Cerrado sentido restrito e de campo cerrado), cuja listagem é constituída de espécies de hábito arbóreo em sua maioria, mas também de algumas espécies não arbóreas de interesse econômico (QUADRO II, Figura 3).

QUADRO II. Lista de localidades contendo vegetação de Savana arbórea aberta no Estado de São Paulo utilizadas nas análises de similaridade florística.

Município (Código)	Longitude (O)	Latitude (S)	Fitofisionomia
Campos Novos Paulista (CNP)	50° 2' 30"	22° 32' 30"	Cerrado sentido restrito
Oucaçu (OUC)	50°	22° 30'	Cerrado sentido restrito
Agudos (AGU)	49° 2' 30"	22° 35'	Cerrado sentido restrito
Martinópolis (MART)	51° 7' 30"	22° 15'	Cerrado sentido restrito
Rancharia (RAN)	51°	22° 22' 30"	Cerrado sentido restrito
Avanhadava (AVAN)	49° 56'	21° 22' 30"	Cerrado sentido restrito
Promissão (PROM)	49° 50'	21° 30'	Cerrado sentido restrito
Taubaté (TAU)	45° 35'	23° 5'	Campo cerrado
São José dos Campos (SJC)	45° 50'	23° 15'	Campo cerrado
Caçapava (CAÇ)	45° 40'	23° 10'	Cerrado sentido restrito
Rifaina (RIF)	47° 25'	20° 5'	Cerrado sentido restrito
Itirapina (ITIR)	47° 52'	22° 12'	Cerrado sentido restrito
Paranapanema* (PAR)	48° 43'	23° 23'	Cerrado sentido restrito
Assis* (ASS)	50° 25'	22° 40'	Cerrado sentido restrito

* Localização da sede municipal segundo IBGE como referência

Figura 3. Localização geográfica das áreas de Cerrado sentido restrito e campo cerrado do Estado de São Paulo utilizadas na análise de similaridade florística. Legenda: Campos Novos Paulista (CNP), Oucaçu (OUC), Agudos (AGU), Martinópolis (MART), Rancharia (RAN), Avanhadava (AVAN), Promissão (PROM), São José dos Campos (SJC), Caçapava (CAÇ), Taubaté (TAU), Paranapanema (PAR), Itirapina (ITIR) e Assis (ASS).

Os inventários disponíveis no Sinbiota não puderam ser utilizados para a comparação florística entre as áreas de Mata Atlântica. A maior parte deles dispunha de número insuficiente de espécies inventariadas necessárias para a realização das comparações, além da ausência de informações sobre o método utilizado para o levantamento, critérios de inclusão e sobre dados de localização.

Desta maneira, foi realizada uma busca por levantamentos florísticos e fitossociológicos junto ao banco de teses e dissertações da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (UNESP) e da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Em cada banco de teses e dissertações foi utilizado um conjunto de palavras chave a serem encontradas no título ou resumo dos trabalhos, sendo estas: vegetação, levantamento, caracterização, florística (o), ou fitossociologia.

Dos bancos de teses e dissertações foram selecionados, apenas, estudos (i) realizados em áreas classificadas como Floresta Estacional Semidecidual ou mesófilas³ localizadas no Estado de São Paulo, (ii) que apresentassem a listagem do componente arbóreo da vegetação com mais de 50% dos registros com as espécies identificadas e (iii) que apresentassem as coordenadas precisas dos sítios de amostragem.

Artigos científicos citados nas teses e dissertações que atendiam a estes mesmos requisitos também foram incluídos entre os estudos analisados, totalizando 19 sítios de amostragem selecionados (Quadro III, Figura 4).

³ Não foram incluídos estudos em áreas de florestas estacionais que assumem fisionomias específicas como matas de galeria, ripárias, de brejo, reconhecidamente em razão de fatores ambientais, como proximidade de rios.

Quadro III. Lista de localidades de Floresta Estacional Semidecidual no Estado de São Paulo utilizadas nas análises de similaridade florística. Constan informações geográficas e climáticas (Pma - Precipitação média anual).

Código	Município (Localidade)	Longitude (O)	Latitude (S)	Pma (mm)	Altitude (m)	Referências
ARE	Areias (Fazenda São Domingos)	44° 43' 24"	22° 38' 34"	1449	693 - 940	Serafim (2010)
BAU	Bauru (Estação Ecológica Sebastião Aleixo)	49° 04'	22° 13'	-	570	Toniato (2001)
BAU2	Bauru (Jardim Botânico Municipal de Bauru)	49° 00'	22° 20'	1654.2	-	Pinheiro (2000)
BOT	Botucatu (Mata da Pavuna)	48° 51' 14"	22° 83' 80"	1738.5	630 - 761	Biral (2011)
CAM	Campinas (Reserva Municipal de Santa Genebra)	47° 06' 33"	22° 49' 45"	-	580 - 610	Guaratini et al. (2008)
CAM2	Campinas (Mata Ribeirão Cachoeira)	46° 55' 58"	22° 50' 13"	1409	630 - 760	Santos & Kinoshita (2003)
GAL	Gália (Estação Ecológica de Caetiteus)	49° 42'	22° 24'	1431	520 - 680	Tabanez et al. (2005)
GUA	Guarulhos (GUA) (Floresta do Aeroporto de Guarulhos)	46° 28' 53"	23° 25' 30"	1400	740 - 743	Gandolfi et al. (1995)
IPE	Iperó (Floresta Nacional de Ipanema)	47° 35'	23° 25'	1288.6	550 - 971	Albuquerque & Rodrigues (2000)
PAU	Paulínea (PAU)	47° 05' 54"	22° 42' 46"	1359	620	Miachir (2009)
PAF	Paulo de Faria (Estação Ecológica de Paulo de Faria)	49° 31' 10"	19° 56' 08'	1411	370 - 500	Faria et al. (2007)
PIN	Pindorama (Reserva Biológica de Pindorama)	48° 55'	21° 13'	1258	498 - 594	Abdo (2009)
PIR	Piracicaba (Estação Ecológica Ibicatú)	47° 59'	22° 47'	-	500	Costa & Mantovani (1995)
RP	Ribeirão Preto (Parque Municipal Morro de São Bento)	47° 48' 08"	21° 10' 15"	1467.9	-	Kotchetkoff-Henriques (2003)
RP2	Ribeirão Preto (Estação Ecológica de Ribeirão Preto)	47° 50' 56"	21° 13' 30"	1467.9	600	Kotchetkoff-Henriques (2003)
SAC	São Carlos (Reserva da Fazenda Canchim)	47° 48'	21° 55'	1440	850	Silva & Soares (2003)
SJB	São José do Barreiro (Fazenda Atibaia)	44° 39' 39"	22° 38' 19"	1501	504 - 605	Serafim (2010)
SJB2	São José do Barreiro (Fazenda Atibaia)	44° 39' 22"	22° 38' 34"	1501	480 - 600	Serafim (2010)
TES	Teodoro Sampaio (Parque Estadual Morro do Diabo)	51° 19' 20"	22° 29' 30"	1370	260 - 599	Faria et al. (2006)

Figura 4. Localização geográfica das áreas de Floresta Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo utilizadas na análise de similaridade florística. Legenda: Areias (ARE), Bauru (BAU), Botucatu (BOT), Campinas (CAM), Gália (GAL), Guarulhos (GUA), Iperó (IPE), Paulínia (PAU), Paulo de Faria (PAF), Pindorama (PIN), Ribeirão Preto (RP), São Carlos (SAC), São José do Barreiro (SJB), Teodoro Sampaio (TES).

Os inventários de Floresta Estacional Semidecidual selecionados foram realizados utilizando diferentes metodologias e critérios de inclusão de espécies, o que não é o ideal. A congruência entre as metodologias empregadas nos levantamentos de campo são importantes para a utilização de dados biológicos em estudos destinados a compreensão dos padrões de diversidade dos biomas brasileiros, pois garante análises mais consistentes sobre os padrões observados (CARNEIRO; VALERIANO, 2006; FERREIRA *et al.*, 2008). Contudo, pouca informação comparável está disponível no Brasil, de modo que os trabalhos que analisam o padrão espacial da diversidade da Mata Atlântica, em especial, tem utilizado levantamentos florísticos e fitossiológicos com métodos não padronizados (TABARELLI; MANTOVANI, 1999).

4.3.2 Preparação e análise dos dados

As listas de espécies obtidas por meio dos inventários foram convertidas em matrizes binárias (presença/ ausência), desconsiderando registros não identificados em nível específico. Em função do intervalo temporal em que os inventários selecionados para as áreas de Floresta Estacional Semidecidual foram realizados, foram verificadas possíveis ocorrências de sinonímias botânicas por meio de consulta ao banco de dados do The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>).

Com base nas matrizes binárias, análises de agrupamento foram realizadas pelo método de médias aritméticas (*Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average* - UPGMA) - método mais simples e difundido para este tipo de análise (PIELOU, 1984). Os índices de Jaccard (J) e Sorensen (S) foram utilizados como medidas de distância nas análises de agrupamento. No entanto, como as análises feitas com ambos os índices apresentaram padrões semelhantes, apenas os resultados com Jaccard foram apresentados. Foram considerados floristicamente similares locais cujo valor do índice era superior a 0.25 (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), ou seja, quando mais que 25% das espécies amostradas eram comuns às duas áreas comparadas. Os agrupamentos foram expressos na forma de dendrogramas obtidos por meio do *software* PAST (*Paleontological Statistics*) V. 2.12.

Para averiguar se a distribuição do conjunto de espécies é influenciada pela disposição espacial das áreas, matrizes de similaridade florística e de distância geográfica foram comparadas. As matrizes de similaridade utilizadas foram aquelas geradas com base nos dados de presença e ausência por meio do Índice de Jaccard, enquanto as matrizes de distância espacial (em quilômetros) foram elaboradas a partir das coordenadas geográficas das áreas. Os cálculos foram executados por meio do *site* do Departamento de Geodésica do curso de Engenharia Cartográfica da UFGRS.

A correlação entre a similaridade de espécies e a distância linear entre as áreas foi obtida pelo teste de Mantel no programa PAST V. 2.12, com o uso do coeficiente de correlação de Pearson. A significância do teste foi estabelecida em 5%, com a realização de 5000 replicações. O teste de Mantel é um procedimento estatístico utilizado para testar hipóteses em que as distâncias (ou similaridades) entre objetos na matriz A não são linearmente correlacionados com as distâncias (ou similaridades) correspondentes na matriz

B (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). No sentido mais simples, a correlação de Mantel equivale à correlação de Pearson (r) entre os valores nas matrizes de distância (ou similaridade) A e B. Contudo, cada valor de r no teste de Mantel é testado por permutações (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Em alguns trabalhos, a distância geográfica é apenas descrita como uma das explicações para a similaridade entre áreas (ABREU *et al.* 2011). Por outro lado, estudos como os de Carneiro & Valeriano (2003), Abreu *et al.* (2011) e Ferreira *et al.* (2011) são exemplos em que foi testada a autocorrelação espacial entre localidades com base na similaridade florística por meio do teste de Mantel.

5. RESULTADOS

Os resultados da presente pesquisa foram organizados em três partes. A primeira apresenta a distribuição espacial dos imóveis objetos de compensação e das reservas legais compensatórias observados no Estado de São Paulo, assim como as distâncias entre os imóveis envolvidos nas trocas e características gerais dos mesmos. Na segunda são apresentadas as análises de equivalência no âmbito do bioma e das fitofisionomias dos casos de compensação. A terceira parte, por fim, apresenta as análises do padrão espacial da diversidade entre áreas de Cerrado (cerrado sentido restrito e campo cerrado) e de Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) no Estado, com base na similaridade florística.

5.1 Distribuição espacial e características gerais dos imóveis envolvidos nas compensações.

A partir dos 104 processos de compensação de reserva legal analisados, foram contabilizados 114 imóveis rurais que realizaram a compensação do passivo de reserva legal e 117 reservas legais compensatórias. Em três oportunidades, o déficit foi compensado em duas diferentes propriedades.

Até a finalização da presente pesquisa não foi possível ter acesso a informações oficiais sobre o atual número de reservas legais averbadas por compensação no Estado de São Paulo. Portanto, não foi possível estabelecer o quanto as 117 reservas legais observadas representam no universo de reservas legais de compensação paulistas.

Por outro lado, a partir da análise de relatório proveniente do SIGAM no ano de 2010, Marques (2011) indicou a existência de 111 reservas legais de compensação registradas em cartório de registro de imóveis no Estado. Considerando o total de 117 reservas legais compensatórias analisadas neste estudo, frente as 111 reservas contabilizadas até 2010, é razoável supor que o método de amostragem utilizado foi satisfatório em tentar localizar a maior quantidade de processos possível em um número reduzido de CTRs e Agências Ambientais.

Os 114 imóveis rurais que optaram por se regularizar por meio do mecanismo de compensação distribuem-se em 39 municípios paulistas (APÊNDICE B). Entre estes, Jaboticabal, Fernando Prestes e Batatais possuem o maior número de imóveis que foram objetos de compensação (Figura 5).

Figura 5. Municípios do Estado de São Paulo por número de imóveis rurais que realizaram compensação de reserva legal.

No que se refere à produção deste conjunto de imóveis, grande parte (42 ao todo) possui como principal atividade de exploração econômica o cultivo da cana de açúcar. Em alguns casos, a cana está associada a outras atividades como à pastagem e ao cultivo de culturas como milho e frutas cítricas. A pastagem é a segunda principal atividade econômica praticada pelos imóveis analisados (12). Também foram observados imóveis voltados para o cultivo de florestas de Pinus (1), eucalipto (2), seringueiras (2), para o cultivo laranja (2), de café (2) e para criação de gado (1). Para os 40 imóveis restantes não havia informações nos processos sobre as principais atividades produtivas.

O tamanho dos imóveis rurais objetos de compensação varia de: menor que 10 ha (13%), de 10 a 30 ha (13%), de 30 a 50 ha (11%), de 50 a 100 ha (18%), de 100 a 200 ha (22%), de 200 a 400 ha (14%), e maior que 400 ha (9%). Dos 114 imóveis, aproximadamente, 44% (50) detém área inferior a quatro módulos fiscais, podendo ser considerados pequenas propriedades (INCRA, 2011). Contudo, não é possível determinar se estes 50 imóveis são

pequenas propriedades, uma vez que a reserva legal em alguns casos foi averbada para uma gleba da propriedade de fato.

Entre os casos analisados, a maioria dos proprietários rurais optou por compensar toda ou a maior parte do déficit de reserva legal fora dos limites do próprio imóvel. Aproximadamente 77% das reservas legais de compensação analisadas representam mais da metade da área mínima exigida legalmente (Tabela 3).

Tabela 3. Percentual da área de reserva legal de compensação em relação à área do imóvel com déficit inicial.

Área da reserva legal/ área do imóvel com déficit (%)	Nº de reservas legais	Total de reservas legais (%)
< 5	11	10
5 < 10	15	13
10 < 15	19	16
15 < 20	50	43
≥ 20	21	18
Total	117	100

As 117 reservas legais de compensação observadas ocupam áreas em 34 diferentes municípios paulistas (APÊNDICE C). Destaque para aqueles das regiões do Alto Paranapanema (Guapiara, Capão Bonito e Ribeirão Grande) e do Vale do Ribeira (Apiaí) no sul do Estado, que juntos concentram o total de 43 (38%) reservas legais compensatórias (Figura 6). Todas as reservas legais destes municípios, segundo informações dos diagnósticos e laudos de caracterização da vegetação presentes nos processos consultados, estão localizadas numa região de grande importância ecológica, onde se encontram os fragmentos mais extensos e conservados de Mata Atlântica do país e com a maior concentração de áreas indicadas como prioritárias para a criação de UC's de proteção integral. Ainda segundo informações dos processos, deste conjunto de reservas, ao menos nove fazem divisa com o Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira (PETAR) ou estão inseridas nas zonas de amortecimento de outras UC's da região, como as dos Parques Estaduais Intervale e Jacupiranga.

Figura 6. Municípios do Estado de São Paulo por número de reservas legais de compensação.

A distância média entre os imóveis objetos de compensação e suas respectivas reservas legais é de 141 km aproximadamente, considerando todos os casos em que foi possível realizar este cálculo (113 casos). No entanto, a variação é ampla, estando a reserva legal mais próxima do imóvel com déficit compensado a 0.22 km do mesmo, enquanto a mais distante está a 395.5 km.

Cerca de 50% das compensações observadas envolveram imóveis que distam no máximo 50 km entre si. Por outro lado, as compensações que ocorrem entre áreas cujas distâncias são superiores a 200 km correspondem a 38% dos casos aproximadamente.

Tabela 4. Número e percentual de imóveis rurais objetos de compensação por intervalos de distância em relação às reservas legais compensatórias.

Distância (Km)	Nº de imóveis rurais	% de imóveis rurais	% cumulativo
≤ 10	28	24.78	24.78
10 - 50	28	24.78	49.56
50 - 100	10	8.85	58.41
100 - 200	4	3.54	61.95
200 - 300	10	8.85	70.80
300 - 400	33	29.20	100
Total	113	100	100

Os municípios do centro-norte do Estado (Morro Agudo, Jaboticabal, Taquaritinga, Guariba, Fernando Prestes e Tabatinga) abrigam os imóveis rurais que estão mais distantes das áreas averbadas como reservas legais (distância superior a 300 km). As reservas legais compensatórias destes imóveis se localizam, predominantemente, nas regiões do Alto Paranapanema e do Vale do Ribeira (Figura 7). O mesmo é válido para os municípios cujas distâncias entre os imóveis objetos de compensação e as reservas legais estão entre 200 e 300 km, como é o caso de Campinas, Araras, Leme, Porto Ferreira, Iacanga e Lins (Figura 7).

Na região administrativa de São José do Rio Preto (noroeste do Estado), o município de Nhandeara concentra as reservas legais compensatórias de imóveis localizados nos municípios de Meridiano, Monte Aprazível e Poloni, cujas distâncias entre os imóveis são menores que 50 km (Figura 7). Nesta região, apenas um caso analisado apresenta distância entre imóvel objeto de compensação e reserva legal superior a 50 km, envolvendo os municípios de Tanabi e Sud Mennucci - este último situado na região administrativa de Araçatuba.

Os municípios de Altinópolis, Pedregulho e Patrocínio Paulista, na região administrativa de Franca, abrigam as reservas legais compensatórias que estão fora dos municípios de origem do imóvel objeto de compensação. Estas reservas legais compensam o passivo de imóveis localizados em Batatais, Franca e Guará (Figura 7), cujas distâncias médias entre imóveis e reservas são de 45.55, 35.55 e 86.21 km respectivamente.

Figura 7. Representação da distância (em quilômetros) e do sentido das compensações de reserva legal analisadas no Estado de São Paulo (imóvel reserva legal).

Na região Central do Estado, os imóveis observados em Ibaté e São Carlos averbaram suas reservas legais em municípios vizinhos como Ribeirão Bonito, a 63 e 75 km de distância, aproximadamente, e Descalvado a 35 km. O município de Arealva, por sua vez, abriga parte das reservas legais de imóveis localizados em Matão e Pederneiras, a 76 e 30 km respectivamente.

Vale destacar que em todos os casos analisados a reserva legal foi mantida em nome próprio, ou por meio de averbação em propriedade diferente, mas que já pertencia ao interessado, ou por meio da compra da área compensatória. Desta maneira, as trocas não tem um prazo para finalização e não é possível alterar a destinação da área averbada como reserva legal (SÃO PAULO, 2009).

5.2 Equivalência da vegetação: Bioma e fitofisionomias

A identificação das fitofisionomias e do bioma a que pertencem os imóveis e as reservas legais de compensação foi realizada com base nas coordenadas das áreas constantes nos processos administrativos e no mapa da vegetação natural remanescente do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESP, 2004) (Figura 2). Dos 117 casos

de compensação analisados, a equivalência da vegetação foi determinada para 108 trocas, em função da ausência de coordenadas para uma ou para ambas as áreas envolvidas.

Deste total, 13 compensações (12%) ocorreram entre áreas que pertencem a diferentes biomas, sendo que nove delas foram realizadas entre imóveis localizados em áreas de Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) e reservas legais averbadas em áreas de Cerrado (Quadro IV).

Com relação à equivalência fitofisionômica, 59 casos de compensação (54%) envolveram áreas que apresentam fitofisionomias diferentes. Os imóveis rurais que realizaram a compensação ocupam áreas cuja vegetação foi identificada como Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado, ou como zonas de transição entre as mesmas. As reservas legais, por sua vez, foram compensadas predominantemente em áreas de contato entre as Florestas Ombrófilas (Figura 8) no sul do Estado. As trocas que envolvem estas reservas legais representam a maioria (38) das compensações em que não se observa equivalência em termos de fitofisionomia. Entre as formações que deixaram de ser protegidas em detrimento de outras nos casos de compensação sem equivalência da vegetação, as áreas de Floresta Estacional Semidecidual foram as mais prejudicadas (Quadro IV).

Figura 8. Número de imóveis que realizaram a compensação e de reservas legais compensatórias por fitofisionomia.

Quadro IV. Número de casos de compensação de reserva legal no Estado de São Paulo sem equivalência em termos de vegetação no âmbito do bioma e de fitofisionomia.

EQUIVALÊNCIA DA VEGETAÇÃO			
	Imóvel objeto de compensação	Reserva legal	Total
BIOMA	Mata Atlântica	Cerrado (Savana)	9
	Cerrado (Savana)	Mata Atlântica	4
FITOFISIONOMIA	Floresta Estacional Semidecidual	Contato Savana/Floresta Estacional Semidecidual	6
		Floresta Ombrófila Densa	1
		Contato Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista	22
	Contato Savana/ Floresta Estacional Semidecidual	Floresta Estacional Semidecidual	5
		Contato Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista	1
		Cerrado (Savana)	7
	Cerrado (Savana)	Contato Savana/Floresta Estacional Semidecidual	2
Trocas entre municípios que não compartilham fitofisionomias em comum			15
TOTAL			72

Das características anteriormente apresentadas sobre os imóveis objetos de compensação, observou-se que o cultivo da cana é a atividade produtiva mais comum (30 casos) entre aqueles que compensaram o passivo de reserva legal em áreas sem equivalência em termos de vegetação.

5.3 Similaridade florística e autocorrelação espacial

Entre os remanescentes de Cerrado analisados foi frequente a ocorrência de valores acima de 0.25 para o índice de Jaccard (36 vezes). Os índices de similaridade mais elevados foram observados entre áreas situadas em municípios vizinhos, a exemplo de Martinópolis e Rancharia ($J=0.89$), São José dos Campos e Caçapava ($J=0.47$) e Avanhadava e Promissão ($J=0.45$) (Tabela 4).

Tabela 5. Similaridade florística por meio do índice de Jaccard entre 14 áreas de Savana arbórea aberta (cerrado sentido restrito e *campo cerrado) do Estado de São Paulo. Legenda: Campos Novos Paulista (CNP), Oucaçu (OUC), Agudos (AGU), Martinópolis (MART), Rancharia (RAN), Avanhadava (AVAN), Promissão (PROM), São José dos Campos (SJC), Caçapava (CAÇ), Taubaté (TAU), Paranapanema (PAR), Itirapina (ITIR) e Assis (ASS). Destacados os maiores valores de similaridade.

	CNP	OUC	AGU	MART	RAN	AVAN	PROM	SJC*	CAÇ	TAU*	RIF	PAR	ITIR	ASS
CNP	1.00													
OUC	0.24	1.00												
AGU	0.36	0.23	1.00											
MART	0.39	0.12	0.30	1.00										
RAN	0.40	0.13	0.30	0.89	1.00									
AVAN	0.32	0.21	0.25	0.33	0.34	1.00								
PROM	0.34	0.16	0.32	0.32	0.33	0.45	1.00							
SJC*	0.19	0.07	0.20	0.21	0.22	0.20	0.21	1.00						
CAÇ	0.20	0.12	0.20	0.20	0.22	0.22	0.20	0.47	1.00					
TAU*	0.17	0.13	0.20	0.20	0.21	0.21	0.23	0.29	0.44	1.00				
RIF	0.18	0.09	0.22	0.26	0.28	0.24	0.33	0.22	0.20	0.20	1.00			
PAR	0.35	0.15	0.35	0.34	0.36	0.25	0.33	0.26	0.25	0.18	0.24	1.00		
ITIR	0.30	0.09	0.27	0.37	0.40	0.25	0.32	0.31	0.26	0.19	0.33	0.41	1.00	
ASS	0.31	0.28	0.30	0.24	0.25	0.27	0.28	0.13	0.14	0.12	0.16	0.31	0.22	1.00

O dendrograma gerado com base no índice de similaridade de Jaccard apresenta a distribuição destas áreas em dois grupos floristicamente distintos (Figura 9). O primeiro agrupa áreas de cerrado sentido restrito e de campo cerrado da porção leste do Estado, nos municípios de São José dos Campos (SJC), Caçapava (CAÇ) e Taubaté (TAU) (Figuras 9 e 10). Este agrupamento evidencia maior similaridade florística entre áreas localizadas mais próximas geograficamente, e não conforme a fisionomia.

O segundo grupo consiste de áreas de cerrado sentido restrito da porção central e oeste do Estado (Figuras 9 e 10). Dentro deste, um subgrupo indica que os fragmentos dos municípios de Assis (ASS), Oucaçu (OUC), Campos Novos Paulista (CNP) e Agudos (AGU) são mais similares entre si, enquanto o outro sugere maior similaridade entre seis remanescentes agrupados dois a dois: os fragmentos de Martinópolis (MART) e Rancharia (RAN), os de Avanhadava (AVAN) e Promissão (PROM), e os de Paranapanema (PAR) e Itirapina (ITIR) (Figura 9). O dendrograma evidencia, ainda, o isolamento de uma área inventariada no município de Rifaina (RIF), nordeste do Estado.

Figura 9. Índice de similaridade de Jaccard (J) para 14 levantamentos realizados em áreas de Cerrado (*campo cerrado e cerrado sentido restrito) no Estado de São Paulo agrupados pelo método UPGMA. Legenda: Campos Novos Paulista (CNP), Oucaçu (OUC), Agudos (AGU), Martinópolis (MART), Rancharia (RAN), Avanhadava (AVAN), Promissão (PROM), São José dos Campos (SJC), Caçapava (CAÇ), Taubaté (TAU), Paranapanema (PAR), Itirapina (ITIR) e Assis (ASS).

Figura 10. Localização das áreas de Cerrado do Estado São Paulo por agrupamento segundo método UPGMA. Legenda: Campos Novos Paulista (CNP), Oucaçu (OUC), Agudos (AGU), Martinópolis (MART), Rancharia (RAN), Avanhadava (AVAN), Promissão (PROM), São José dos Campos (SJC), Caçapava (CAÇ), Taubaté (TAU), Paranapanema (PAR), Itirapina (ITIR) e Assis (ASS).

De maneira geral, locais mais próximos geograficamente tendem a ser mais semelhantes. Dos 42 pares de áreas analisadas que distam mais que 300 km entre si, por exemplo, apenas três apresentaram índices de Jaccard maiores que 0.25 (Figura 11). Porém, não foi encontrada correlação estatisticamente significativa ($r = -0.561$; $p > 0,05$) entre a distância espacial e a similaridade florística por meio do teste de comparação de matrizes (Mantel). Este resultado sugere que, ainda que a distância espacial influencie os padrões de similaridade observados, outros fatores condicionantes de similaridade são mais importantes, ao menos nesta escala de estudo.

Figura 11. Diagrama de dispersão entre o índice de similaridade de Jaccard e a distância geográfica para as áreas de Cerrado analisadas no Estado de São Paulo.

Entre os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, valores acima de 0.25 para o índice de Jaccard também foram frequentes (45 vezes) (Tabela 3). Os maiores índices de similaridade foram observados entre os remanescentes do município de São José do Barreiro (SJB e SJB2) ($J=0.6$), e entre os mesmos e o fragmento do município vizinho Areias (ARE) ($J=0.54$ e $J=0.44$). Também apresentaram semelhança florística relativamente alta, os pares de áreas localizados nos municípios de Ribeirão Preto (RP e RP2) ($J=0.37$), de Campinas (CAM e CAM2) ($J=0.35$), e o fragmento de Gália (GAL) com o de Teodoro Sampaio (TES) ($J=0.57$) (Tabela 5).

Tabela 6. Similaridade florística por meio do índice de Jaccard entre 19 áreas de Floresta Estacional Semidecidual do Estado de São Paulo. Legenda: Areias (ARE), Bauru (BAU), Botucatu (BOT), Campinas (CAM), Gália (GAL), Guarulhos (GUA), Iperó (IPE), Paulínia (PAU), Paulo de Faria (PAF), Pindorama (PIN), Ribeirão Preto (RP), São Carlos (SAC), São José do Barreiro (SJB), Teodoro Sampaio (TES). Destacados os maiores valores de similaridade.

	ARE	BAU	BAU2	BOT	CAM	CAM2	GAL	GUA	IPE	PAU	PAF	PIN	PIR	RP	RP2	SAC	SJB	SJB2	TES
ARE	1																		
BAU	0.17	1																	
BAU2	0.18	0.28	1																
BOT	0.12	0.19	0.15	1															
CAM	0.17	0.28	0.18	0.18	1														
CAM2	0.21	0.30	0.23	0.25	0.35	1													
GAL	0.22	0.42	0.30	0.20	0.30	0.32	1												
GUA	0.19	0.20	0.21	0.11	0.21	0.20	0.24	1											
IPE	0.16	0.33	0.15	0.23	0.28	0.32	0.31	0.18	1										
PAU	0.23	0.35	0.26	0.20	0.32	0.35	0.43	0.22	0.26	1									
PAF	0.11	0.30	0.24	0.09	0.17	0.20	0.29	0.14	0.21	0.23	1								
PIN	0.12	0.24	0.19	0.13	0.15	0.20	0.23	0.12	0.21	0.21	0.25	1							
PIR	0.13	0.27	0.18	0.15	0.24	0.25	0.25	0.20	0.24	0.23	0.16	0.14	1						
RP	0.09	0.26	0.17	0.14	0.24	0.17	0.24	0.13	0.24	0.21	0.28	0.20	0.18	1					
RP2	0.14	0.30	0.27	0.16	0.28	0.26	0.31	0.11	0.23	0.29	0.25	0.19	0.21	0.37	1				
SAC	0.20	0.32	0.21	0.16	0.28	0.26	0.31	0.21	0.26	0.32	0.25	0.18	0.23	0.23	0.25	1			
SJB	0.44	0.20	0.19	0.09	0.17	0.18	0.23	0.21	0.14	0.23	0.14	0.13	0.13	0.10	0.16	0.18	1		
SJB2	0.54	0.16	0.18	0.11	0.15	0.18	0.20	0.17	0.14	0.23	0.11	0.11	0.11	0.08	0.13	0.16	0.60	1	
TES	0.20	0.39	0.34	0.19	0.24	0.34	0.57	0.21	0.27	0.35	0.24	0.23	0.22	0.18	0.31	0.27	0.22	0.18	1

Na análise de agrupamento foram formados dois grupos (Figura 12). O primeiro reúne as áreas de Floresta Estacionais Semidecíduais localizadas mais a leste do Estado (Figura 13), incluindo o fragmento de Guarulhos (GUA) e os remanescentes floristicamente mais homogêneos entre si, situados nos municípios vizinhos de Areias (ARE) e São José do Barreiro (SJB). O segundo grupo, maior e mais heterogêneo, inclui os fragmentos do interior do Estado (Figura 13). Diversas áreas ficaram isoladas no dendrograma, apresentando índices de similaridade menores, como os levantamentos de Botucatu (BOT), Pindorama (PIN), Piracicaba (PIR), e Bauru (BAU2) (Figura 12).

Figura 12. Índice de similaridade de Jaccard (J) para 19 levantamentos de espécies arbóreas em áreas de Floresta Estacional Semidecidual no Estado de São Paulo, agrupados pelo método UPGMA. Legenda: Areias (ARE), Bauru (BAU), Botucatu (BOT), Campinas (CAM), Gália (GAL), Guarulhos (GUA), Iperó (IPE), Paulínia (PAU), Paulo de Faria (PAF), Pindorama (PIN), Ribeirão Preto (RP), São Carlos (SAC), São José do Barreiro (SJB), Teodoro Sampaio (TES).

Figura 13. Localização das áreas de Floresta Estacional Semidecidual do Estado São Paulo por agrupamento segundo método UPGMA. Legenda: Areias (ARE), Bauru (BAU), Botucatu (BOT), Campinas (CAM), Gália (GAL), Guarulhos (GUA), Iperó (IPE), Paulínia (PAU), Paulo de Faria (PAF), Pindorama (PIN), Ribeirão Preto (RP), São Carlos (SAC), São José do Barreiro (SJB), Teodoro Sampaio (TES).

Para os demais casos, locais próximos tendem a se agrupar, a exemplo das áreas localizadas em Campinas (CAM e CAM2) e das matas de Ribeirão Preto (RP e RP2). No entanto, estes levantamentos são agrupados com outros locais ou subgrupos em que não há uma clara relação com a distância geográfica (Figura 13). O levantamento de Paulínia (PAU), por exemplo, está unido ao subgrupo formado pelos remanescentes de Gália (GAL), Teodoro Sampaio (TES) e Bauru (BAU), enquanto os fragmentos de Ribeirão Preto (RP e RP2) estão agrupados com aquele localizado em Paulo de Faria (PAF).

A comparação entre os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual neste estudo evidenciou a reconhecida heterogeneidade desta fitofisionomia no Estado de São Paulo (SALIS *et al.*, 1995), tendo em vista que mesmo áreas próximas geograficamente apresentaram-se floristicamente distintas (Figura 14).

Não houve correlação estatisticamente significativa entre similaridade florística e distância espacial ($r = -0.466$, $p > 0.05$). Portanto, do mesmo modo que ocorreu para as áreas de Cerrado, a distância não é o único e nem o mais importante entre os fatores que influenciam a composição da comunidade arbórea entre os diferentes locais.

Figura 14. Diagrama de dispersão entre o índice de similaridade de Jaccard e a distância geográfica para as áreas de Floresta Estacional Semidecidual analisadas no Estado de São Paulo.

6. DISCUSSÃO

Compensação no Estado de São Paulo: A análise dos casos de compensação proposta no presente estudo pretende fornecer dados que permitam avaliar as consequências ambientais deste mecanismo, considerando os riscos preconizados na literatura associados à utilização de amplos polígonos de compensação. As discussões que surgem deste tipo de análise são ainda mais relevantes com a ampliação das possibilidades de compensação que, pela nova Lei nº 12.651/2012, podem ocorrer entre áreas de diferentes Estados, desde que haja correspondência entre os biomas. A legislação federal determina as regras gerais, e caso os Estados considerem necessário estabelecer outros critérios a fim de auxiliar a decisão dos órgãos gestores na definição das áreas a servirem de compensação, a análise dos resultados de estratégias já adotadas podem contribuir neste sentido.

No presente estudo, os 114 imóveis rurais que compensaram o passivo de reserva legal estão localizados no contínuo de áreas agropecuárias do norte do Estado (Figura 5), com destaque para os municípios de Morro Agudo, Fernando Prestes e Batatais. O tamanho dos imóveis variou bastante, incluindo desde imóveis com menos de 10 ha até aqueles com mais de 400 ha. Por outro lado, houve um predomínio de imóveis objetos de compensação que desenvolvem atividades altamente intensivas como o cultivo de cana de açúcar, a pastagem e o cultivo de florestas econômicas (pinus, eucalipto e seringueira), para as quais o cumprimento da reserva legal representa forte limitação de uso do solo (BRANCALION; RODRIGUES, 2010).

Estes são os principais segmentos produtivos da agropecuária paulista que argumentam que não há como realizar o cumprimento da determinação de recomposição da reserva legal, uma vez que não haveria área suficiente no Estado para atender a tal demanda, e que a conversão de área produtiva em matas naturais afetaria significativamente a produção agrícola. As perdas em termos de renda bruta resultante desta conversão de uso seriam ainda mais pronunciadas nas regiões administrativas onde as proporções de lavouras nas áreas agropecuárias se mostram elevadas, como em Ribeirão Preto, Franca e na Região Central do Estado (GONÇALVES; CASTANHO-FILHO, 2006; MARQUES, 2011). Para estas regiões de uso intensivo do solo a compensação é a alternativa de adequação mais viável economicamente, especialmente se realizada fora da microbacia,

onde estão as áreas com maior aptidão agrícola e elevado custo de oportunidade (FASIABEN *et al.*, 2011).

Segundo Gonçalves & Castanho-Filho (2006), os critérios estabelecidos pela legislação estadual, ao permitirem compensações apenas entre áreas pertencentes ao mesmo ecossistema e localizadas na mesma bacia hidrográfica, são muito restritivos e não atentam para estas especializações regionais e consequentes diferenciações de uso do solo. No entanto, considerando que para fins de compensação o Estado de São Paulo é dividido em apenas duas bacias hidrográficas (SÃO PAULO, 2009a), e que uma delas compreende todo o interior do Estado até a Serra do Mar (Bacia do Paraná), as possibilidades de compensação são “abertas”, na prática, para quase todo território estadual.

Ranieri (2004) sugere que se o Estado representasse a unidade territorial de aplicação do mecanismo de compensação, os proprietários de terra do interior paulista possivelmente optariam por manter suas reservas na região litorânea, onde se concentra a maior quantidade de remanescentes de florestas ombrófilas, em detrimento de áreas cuja vegetação original é de floresta estacional semidecidual ou de cerrado. As análises dos casos de compensação refletem exatamente esta tendência sugerida por Ranieri (2004), mesmo considerando os limites das bacias.

Os imóveis rurais objetos de compensação analisados ocupam áreas cuja vegetação original é de floresta estacional semidecidual majoritariamente, de Cerrado, ou de contato entre as mesmas (Figura 6), segundo mapa da vegetação natural remanescente do Estado de São Paulo (INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESP, 2004). As reservas legais, por sua vez, foram averbadas, predominantemente (38 casos), em áreas de transição entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista (Figura 8) das regiões do Alto Paranapanema (Guapiara, Capão Bonito e Ribeirão Grande) e do Vale do Ribeira (Apiaí) no sul do Estado (Figura 6).

De maneira geral, as reservas averbadas nestas regiões são áreas de uso bastante restrito, compostas por florestas em estágios avançados de regeneração, que integram, inclusive, as zonas de amortecimento de diversas unidades de proteção integral locais. Ainda assim, o ganho ambiental das compensações realizadas nas regiões mais litorâneas do Estado de São Paulo pode ser questionado tendo em vista que os remanescentes de floresta primária ou secundária em estágios mais avançados de regeneração, em teoria, já estariam protegidos pela Lei da Mata Atlântica⁴ (Lei nº 11.428/2006) (CAMPOS, 2010). Além disso, as reservas legais analisadas averbadas no sul Estado estão muito distantes das áreas de onde

se origina o passivo - entre 200 e 400 km de distância (Figura 7), o que reforça o modelo de paisagem de contrastes.

A região central e norte do Estado concentram os municípios com maior número de imóveis objetos de compensação e imóveis com reservas legais localizadas, predominantemente, na região sul do Estado (Morro Agudo, Jaboticabal, Taquaritinga, Guariba, Fernando Prestes, Tabatinga, Araras, Leme, Campinas e Lins) (Figuras 5 e 7). Deste conjunto, Lins é o município com o maior índice de cobertura vegetal remanescente (6.7%). Guariba e Jaboticabal, por sua vez, possuem menos de 2% de vegetação nativa em suas respectivas áreas (INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESP, 2010). Já os municípios nas regiões do Alto Paranapanema e do Vale do Ribeira, onde se concentram as reservas de compensação analisadas, apresentam de 27% (Guapiara) à 52% (Ribeirão Grande) de suas áreas com cobertura vegetal nativa (INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESP, 2010). Neste sentido, as compensações têm contribuído para intensificar a formação de áreas muito distintas em termos biológicos: uma região com alta concentração de remanescentes florestais e bolsões agrícolas com índices inexpressivos de vegetação e paisagem altamente fragmentada (CAMPOS, 2010; SBPC/ABC, 2011, 2012).

Mesmo considerando as compensações que ocorrem entre áreas situadas na mesma região administrativa, é possível observar municípios que se destacam por concentrar áreas que servem de compensação, como o município de Nhandeara na região administrativa de São José do Rio Preto, Arealva na região Central, e os municípios de Altinópolis, Pedregulho e Patrocínio Paulista, na região administrativa de Franca (Figura 7).

A concentração das áreas florestais na região litorânea, o alto custo das áreas vegetadas em algumas regiões do Estado e, principalmente, a ausência de informações sobre a existência de excedentes florestais em cada bacia ou microbacia hidrográfica dificulta a realização de compensações entre locais mais próximos. Somam-se a isso as dúvidas dos próprios órgãos ambientais em relação ao mecanismo (CAMPOS, 2010).

⁴ Legislação que proíbe a supressão total ou parcial da Mata Atlântica em estágio médio e avançado de regeneração, salvo situações muito específicas

Das 13 compensações (12%) em que não se observou correspondência em relação ao bioma, nove foram realizadas entre imóveis localizados em áreas de Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) e reservas legais averbadas em áreas de Cerrado (Quadro IV).

Entre os 59 casos analisados (54%) que não apresentaram equivalência fitofisionômica, a maioria (38) envolveu trocas nas quais as reservas legais foram averbadas em áreas de florestas ombrófilas e de contato entre as mesmas nas regiões do Alto Paranapanema e do Vale do Ribeira. Estas reservas além de situadas em locais distantes dos respectivos imóveis objetos de compensação como discutido anteriormente, não promovem a conservação da flora e da fauna característica da região que deixou de ser protegida.

As áreas de ocorrência de floresta estacional semidecidual, seguidas das áreas de transição entre floresta estacional semidecidual/savana foram as que por mais vezes deixaram de ser protegidas entre os casos de compensação sem equivalência (Quadro IV). Assim como para o cerrado, estas fitofisionomias são as mais tradicionalmente ocupadas pela agricultura (RANIERI, 2004), de modo que seus remanescentes estão, em sua maioria, na forma de fragmentos pouco protegidos, comumente isolados e inseridos em paisagens alteradas (BIOTA-FAPESP, 2008).

A ampliação da unidade territorial em que são permitidas as compensações, como é o caso de se considerar o bioma, só tende a potencializar a criação dos contrastes na paisagem (CAMPOS, 2010). Na tentativa de assegurar que as compensações no âmbito do bioma cumpram, pelo menos, com os mesmos benefícios promovidos pela manutenção de uma cobertura de vegetação nativa na microbacia ou na bacia, serão necessários parâmetros adequados para a normatização dessa permissão, cuja definição deve ser sustentada com base no conhecimento científico (SBPC/ABC, 2011).

Para impedir que as compensações ocorram indistintamente no bioma, e garantir a representatividade das diferentes fitofisionomias e comunidades vegetais numa escala regional, recomenda-se que as trocas sejam feitas entre áreas de mesma equivalência ecológica (composição, estrutura e função). A recomendação mais pertinente, contudo, é a de que as compensações devem ser realizadas o mais próximo possível do imóvel com déficit (SBPC/ABC, 2011, 2012). Mas quão perto deveria ser?

Qual seria a distância máxima da área a ser compensada para que se mantenham os serviços ecossistêmicos locais e para a conservação das espécies da região perdida? A esta demanda é que se dedica parte do presente trabalho.

Similaridade florística: Os grupos florísticos observados no presente estudo, tanto para as áreas de Savana arbórea aberta quanto para as de Floresta Estacional Semidecidual, coincidem com padrões fitogeográficos apresentados na literatura para estas fisionomias (SALIS *et al.*, 1995; DURIGAN *et al.*, 2003a).

Durigan *et al.* (2003a; 2003b), ao analisarem as relações de similaridade dos cerrados paulistas, observaram a separação dos remanescentes em dois grandes grupos: um com áreas do centro-leste do Estado e outro reunindo os fragmentos do centro para oeste. Esta divisão está relacionada, principalmente, a diferenças nas condições de fertilidade dos solos. Na porção leste do Estado, onde estão localizadas as áreas analisadas dos municípios de São José dos Campos, Taubaté e Caçapava (Figura 10), ocorrem solos mais ácidos e predominam as fisionomias campestres, enquanto que na região oeste predominam as fisionomias florestais associadas a solos mais férteis (DURIGAN *et al.*, 2003a).

Em uma escala menor, os autores sugerem que o clima pode atuar para gerar novas subdivisões. Os municípios de Assis (ASS), Agudos (AGU), Campos Novos Paulista (CNP) e Oucaçu (OUC), cujos remanescentes foram reunidos no Grupo II em um subgrupo (Figura 9), além de próximos geograficamente, caracterizam-se pelo clima mais frio e úmido. No segundo subgrupo, predominam os municípios de clima mais quente e seco, com exceção de Paranapanema (PAR) e Itirapina (ITIR) (DURIGAN *et al.*, 2003a). O isolamento do fragmento do município de Rifaina (RIF), nordeste do Estado, pode ser explicado em função de condições ambientais particulares que o torna floristicamente distinto. Rifaina está localizado em uma região de transição climática e geomorfológica, onde o período de seca é maior (4-5 meses) que nas demais áreas de cerrado paulista (1-3 meses) (SASAKI; MELLO-SILVA, 2008). Nos cerrados desta região é alta a proporção de espécies raras ou com distribuição restrita, o que contribui para a redução da similaridade florística com as demais áreas e os torna de prioridade máxima para conservação (DURIGAN *et al.*, 2002; SASAKI; MELLO-SILVA, 2008).

As relações de similaridade para as áreas de Floresta Estacional Semidecidual são mais complexas, como evidencia a distribuição das áreas no dendrograma. Este é um resultado esperado, uma vez que a Mata Atlântica é considerada o bioma brasileiro de maior complexidade florística e estrutural (BIRAL, 2011), sendo possível encontrar entre as Florestas Estacionais Semidecíduas uma variação florística tão elevada quanto àquela

observada entre esta formação e as áreas de Floresta Ombrófila Densa próximas ao Oceano Atlântico (GANDOLFI *et al.*, 1995).

No presente estudo, as Florestas Estacionais Semidecíduas foram separadas em dois grupos distintos (Figura 12). O Grupo I é formado pelos remanescentes dos municípios de Areias (ARE), São José do Barreiro (SJB) e Guarulhos (GUA). O Grupo II inclui os demais fragmentos mais afastados da costa litorânea do Estado. Esta mesma distinção foi constatada por Gandolfi *et al.* (1995), Salis *et al.* (1995) e Santos & Knoshita (2003), sendo explicada em função da altitude e dos déficits hídricos anuais. Segundo Salis *et al.* (1995), um dos grupos é formado por áreas de florestas semidecíduas de regiões mais úmidas, com altitudes mais elevadas e clima mais frio. O segundo grupo, caracterizado por ser mais heterogêneo, reúne as áreas do planalto interior do Estado, situadas em regiões mais baixas e com maior sazonalidade.

Os fragmentos dos municípios de Areias (ARE), São José do Barreiro (SJB) e Guarulhos (GUA), incluídos no Grupo I, apresentaram baixa similaridade florística ($J=0.18$). A reunião destes remanescentes pode ser explicada pelos altos índices de precipitação (1400 – 1501 mm) bem distribuídos ao longo do ano, que resultam em estações secas de menor duração (GANDOLFI *et al.*, 1995; SERAFIM, 2010). Ainda neste grupo, a maior similaridade entre os fragmentos de Areias e São José do Barreiro se deve ao fato dos mesmos estarem em etapas paralelas do processo sucessional, e por estarem localizados mais próximos geograficamente, apresentando características fisiográficas semelhantes (SERAFIM, 2010).

A maior heterogeneidade do Grupo II, aliada às diferentes metodologias empregadas nos levantamentos, torna mais difícil a interpretação dos possíveis fatores que condicionam a similaridade dentro do mesmo. De maneira geral, foi observado que as áreas mais isoladas dentro deste grupo apresentam características peculiares que podem explicar a menor similaridade com os demais levantamentos. As áreas do Jardim Botânico Municipal de Bauru (BAU2) e da Reserva Biológica de Pindorama (PIN), por exemplo, são fragmentos menores (até 10 ha) que apresentam indícios de perturbação intensa, além de efeito de borda no caso de Pindorama (PINHEIRO, 2000; ADBO, 2009). O fragmento de Botucatu (BOT) é marcado pela ocorrência de solos rasos que, aliado à declividade acentuada (40 e 50°), possui baixa capacidade de acúmulo de água, apresentando em diversos pontos uma vegetação caracterizada pela deciduidade foliar (BIRAL, 2011). Os fatores que explicam o isolamento da área de Piracicaba (PIR), por sua vez, são pouco evidentes. A partir da

classificação sucessional das espécies, Costa & Mantovani (1995) concluíram que não há evidências de perturbações no fragmento. Por outro lado, a vegetação da Estação Ecológica de Ibicatú (PIR) pode apresentar um caráter decidual mais pronunciado, assim como em BOT, condicionada pela estação seca da região que dura entre 5 e 6 meses (ARRUDA *et al.*, 2007).

O primeiro subgrupo observado no Grupo II reúne as áreas situadas mais ao norte do Estado (com exceção de Pindorama), nos municípios de Ribeirão Preto (RP e RP2) e Paulo de Faria (PF) (Figura 13). Todos os fragmentos são áreas protegidas consideradas em bom estado de conservação, cuja similaridade pode estar relacionada a características ambientais em comum como índices de precipitação (1411 – 1468 mm), duração da estação seca (6 meses), e tipo de solo ocupado (Latossolo roxo) (KOTCHETKOFF-HENRIQUES, 2003; FARIA *et al.* 2007).

Os levantamentos de Iperó (IPE) e São Carlos (SAC) apresentaram-se isolados, mas associados a outros dois agrupamentos menores (Figura 12). Estas áreas apresentam as maiores cotas de altitude entre todos os fragmentos de floresta analisados (Quadro III), o que poderia contribuir para a diferenciação da flora arbórea. No caso de Iperó, no entanto, é possível afirmar que esta diferenciação resulta da natureza ecotonal da área, cuja vegetação é formada por uma matriz de Floresta Estacional Semidecidual, com elementos de Floresta Ombrófila Densa e Mista e de Cerrado sentido lato (ALBUQUERQUE; RODRIGUES, 2000).

O segundo subgrupo inclui as áreas localizadas em Teodoro Sampaio (TES), Gália (GAL) e Bauru (BAU), além do fragmento do município de Paulínia (PAU). A maior similaridade entre os três primeiros remanescentes, situados mais a oeste do Estado, corroboram os resultados de Salis *et al.* (1995) e Serafim (2010). Os autores sugerem que há certa uniformidade entre áreas no que se refere à altitude, aos índices de precipitação e à duração da estação seca (até 40 dias), que justifica a semelhança florística observada. A inclusão do levantamento de Paulínia neste subgrupo ocorre, provavelmente, porque assim como as demais áreas, o fragmento está inserido numa paisagem com presença marcante de Cerrado, que deve contribuir para sua composição (MIACHIR, 2009; SERAFIM, 2010).

Por fim, o terceiro subgrupo é constituído pelas florestas de Campinas (CAM e CAM2). A reconhecida similaridade da flora arbórea da região de Campinas é atribuída não só à proximidade geográfica, mas também ao histórico de perturbação e ocupação comuns entre as áreas, e à semelhança das condições climáticas e das cotas de altitudes (Quadro III)

destas florestas, consideradas próximas ao limite das formações Montana e Alto Montana (700 - 750m) (SANTOS; KNOSHITA, 2003; GUARATINI *et al.*, 2008).

Os resultados evidenciam a variação em termos de composição florística no Estado de São Paulo, especialmente para áreas de Floresta Estacional Semidecidual. Esta variabilidade florística está relacionada ao histórico de perturbação das áreas, mas é atribuída, principalmente, às características físicas do ambiente, como condições edáficas, topográficas e climáticas (ALBUQUERQUE; RODRIGUES, 2000; DURIGAN *et al.*, 2003a; KOTCHETKOFF-HENRIQUES, 2003; BERGAMIM, 2010).

Identificar precisamente quais destes fatores ambientais determinam as relações de similaridade observadas não é tarefa fácil, pois, como observado, a importância dos mesmos varia a depender da escala de estudo (DURIGAN *et al.*, 2003a). Para as áreas de Cerrado no Estado de São Paulo os padrões florísticos são estabelecidos em primeiro lugar em função da fertilidade dos solos, e em segundo lugar em função do clima (DURIGAN *et al.*, 2003a; SIQUEIRA; DURIGAN, 2007). No caso das Florestas Estacionais Semidecíduais, os padrões mais amplos de similaridade são influenciados, principalmente, pela altitude e seus efeitos relacionados à temperatura, e pelo regime de chuvas. Em menor escala, diferenças microclimáticas relacionadas aos índices de precipitação e duração da estação seca, tipos de solo, distância entre as áreas e histórico de perturbação condicionam as relações de similaridade (SALIS *et al.*, 1995; BERGAMIM, 2010; SERAFIM, 2010).

O fato de que a heterogeneidade ambiental que ocorre entre os locais influencia fortemente a composição vegetal das comunidades reforça a ideia de que as compensações devem ocorrer o mais próximo possível do imóvel com passivo de reserva legal, uma vez que áreas mais próximas tendem a ser mais similares no que se refere às condições físicas e climáticas, e também quanto ao histórico de perturbação (KOTCHETKOFF-HENRIQUES, 2003).

A ausência de correlação entre a distância espacial e a similaridade florística, tanto para as áreas de Cerrado ($r = -0.561$; $p > 0,05$) como para as de Floresta ($r = -0.466$, $p > 0.05$), não permite estabelecer um limite máximo de distância (em quilômetros) dentro do qual as compensações poderiam ocorrer entre áreas com maior equivalência ecológica, ao menos em termos de composição florística. Por outro lado, os maiores valores de similaridade foram observados, predominantemente, entre áreas localizadas no mesmo município, como entre as matas de São José do Barreiro ($J=0.6$), de Ribeirão Preto ($J=0.37$) e de Campinas

($J=0.35$), ou entre áreas de municípios vizinhos, a exemplo de Areias e São João do Barreiro ($J=0.54$ e $J=0.44$), Martinópolis e Rancharia ($J=0.89$), São José dos Campos e Caçapava ($J=0.47$), e Avanhadava e Promissão ($J=0.45$) (Tabelas 4 e 5).

Nesse sentido, é razoável recomendar que as compensações de reserva legal ocorram entre grupos de municípios vizinhos (limítrofes), onde é provável que haja maior uniformidade ambiental e, conseqüentemente, maior similaridade em termos de composição florística.

Esta pronunciada heterogeneidade florística no Estado de São Paulo evidencia que cada remanescente de vegetação, com histórico e estado de preservação próprio, pode ser considerado único, o que aumenta sua importância para conservação (SANTOS; KNOSHITA, 2003). Com as compensações realizadas dentro de limites espaciais mais restritos e respeitando a equivalência ecológica das áreas envolvidas nas trocas, um ganho expressivo em conservação se daria por meio da adequada distribuição das reservas legais, de modo a abarcar parte de toda esta heterogeneidade.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No Estado de São Paulo, o mecanismo de compensação de reserva legal tem se caracterizado como uma alternativa de regularização ambiental principalmente em imóveis que desenvolvem atividades altamente intensivas como o cultivo de cana de açúcar, a pastagem e o cultivo de florestas econômicas (pinus, eucalipto e seringueira).

Do ponto de vista ambiental, as compensações tem promovido a aglomeração de remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação e em áreas consideradas de grande importância ecológica, como na região do Vale do Ribeira e do Alto Paranapanema no sul do Estado.

Por outro lado, em aproximadamente 38% dos casos analisados, as áreas a servirem de compensação (localizadas predominantemente no Vale do Ribeira e no Alto Paranapanema) estão muito distantes dos imóveis de origem do passivo (200 – 400 km), reforçando os contrastes na paisagem em termos de vegetação.

Além disso, das 117 compensações observadas, 72 não apresentam equivalência no âmbito do bioma (13) ou das fitofisionomias (59). A conservação de remanescentes de florestas ombrófilas e de zonas de transição entre estas das regiões mais próximas ao litoral por meio da compensação de reserva legal se dá em detrimento das áreas de ocorrência de floresta estacional semidecidual, de cerrado e de ecótono floresta estacional/cerrado do interior paulista.

Verificou-se, portanto, que as compensações realizadas considerando os limites das bacias hidrográficas do Estado, conforme determina a legislação estadual, não garantem a proteção das fitofisionomias originais de cada região e permitem a intensificação dos contrastes em termos biológicos na escala da paisagem. A ampliação do polígono de compensação para o âmbito do bioma tende a potencializar a criação destes contrastes.

Assim, de modo a garantir a representatividade das diferentes fitofisionomias e comunidades vegetais numa escala regional e a manutenção da biodiversidade local, recomenda-se que as compensações de reserva legal ocorram entre áreas que sejam, minimamente, (i) equivalentes ecologicamente (ii) e estejam situadas no máximo em grupos de municípios limítrofes, onde é provável que haja maior uniformidade ambiental e, conseqüentemente, maior similaridade florística.

A falta de informação sobre a existência de excedentes florestais em cada bacia hidrográfica dificulta a aquisição de áreas para compensação em locais próximos, especialmente quando a maior parte da vegetação nativa no Estado está concentrada em uma bacia hidrográfica. A formação de um cadastro oficial de áreas excedentes de vegetação nativa disponíveis para compensação, ou até mesmo de áreas a recuperar, poderia amenizar estas dificuldades.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDO, M. T. V. N. **Caracterização da vegetação arbórea e atributos do solo da Reserva Biológica de Pindorama, SP**. 2009. 112 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2009.
- ABREU, N.L.; NETO, L. M.; KONO, T.U.P. Orchidaceae das Serras Negra e do Funil, Rio Preto, Minas Gerais, e similaridade florística entre formações campestres e florestais do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n. 1, p. 58-70, 2011.
- AHRENS, S. O Código Florestal Brasileiro e o uso da terra: histórico, fundamentos e perspectivas (uma síntese introdutória). **Revista de Direitos Difusos**, v. 6, n. 31, p. 81 – 102, 2005.
- ALBUQUERQUE, G. B.; RODRIGUES, R. R. A vegetação do Morro de Araçoiaba, Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP. **Scientia Florestalis**, n. 58, p. 145-159, 2000.
- ALSTON, L.J.; MUELLER, B. Legal Reserve requirements in Brazilian Forests: path dependent evolution of de facto legislation. **Economia Selecta**, v.8, n. 4, p. 25-53, 2007.
- ARRUDA, C. M.; CATARUCCI, A. F. M.; MODLER, I. F.; PFEIFER, R. M. Caracterização hipsométrica e clinográfica da Estação Ecológica de Ibicatu (SP). **IF Série Registros**, n. 31, p. 253-257, 2007.
- BACHA, C. J. C. Eficácia da política de Reserva Legal no Brasil. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 13, n. 25, p. 9 -27, 2005.
- BARLOW et al. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **Ecology**, vol. 104, n. 47, p. 18555–18560, 2007.
- BERGAMIM, R. S. **Especificidade de espécies arbóreas no Sudeste da Mata Atlântica e padrões de diversidade em florestas com Araucária**. 2010. 82p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- BERNARDO, K.T.; PELLIN, A.; RANIERI, V.E.L. Avanços, fragilidades e desafios na aplicação do mecanismo de compensação de reservas legais. In: Seminário Brasileiro sobre áreas protegidas e inclusão social, 2009, Belém. **Anais Áreas Protegidas e Inclusão Social: Tendências e Perspectivas**, v.4, n.1. Rio de Janeiro: 2009. p. 343-356.
- BERNARDO, K. T. **Análise do êxito dos sistemas estaduais de gestão de reservas legais com foco no mecanismo de compensação**. 2010. 110p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 2010.
- BIOTA/FAPESP. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Programa Biota/FAPESP, São Paulo, 2008. 245 p.

BIRAL, L. S. **Florística vascular da Mata da Pavuna, SP**. 2011. 57p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP. 2011.

BOLSA VERDE DO RIO DE JANEIRO, 2013. Disponível em: <http://www.bvrio.org/site/index.php/mercados/florestal/cotas-de-reserva-ambiental>. Acesso em: Janeiro de 2013.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. Sistema de reserva legal extra-propriedade no bioma Cerrado: Uma análise preliminar no contexto da bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 02, n. 58, p. 129-137, 2006.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. New York: Springer, 2011. 306p.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Implicações do cumprimento do Código Florestal vigente na redução de áreas agrícolas: um estudo de caso da produção canavieira no Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 63-66, 2010.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de Agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 15 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 28 mai. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.727 de 17 de Outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 18 out. 2012.

BRASIL. Procuradoria Geral da República. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 4901**. Pedido de medida cautelar ao Supremo Tribunal Federal para que este declare a inconstitucionalidade de dispositivos normativos da Lei nº 12.651/12 que contrariam o disposto nos artigos 186, I e II, e 225, todos da Constituição Federal de 1988. Disponível em: <http://www.florestafazadiferenca.org.br/wp-content/uploads/2013/01/adi3_codigoflorestal_reservalegal.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2013.

CAMPOS, J. B.; COSTA FILHO, L. V.; NARDINE, M. M. Recuperação da reserva legal e a conservação da biodiversidade. **Cadernos da Biodiversidade**, v. 3, n.1, p. 1-6, 2002.

CAMPOS, W. G. **Análise de casos de compensação de reserva legal e subsídios para sua efetividade.** 2010. 142p. Dissertação (Mestrado profissional). Instituto de Pesquisas Ecológicas – IPE, São Paulo, SP. 2010.

CARNEIRO, J. S.; VALERIANO, D. M. Padrão espacial da diversidade beta da mata atlântica – uma análise da distribuição da biodiversidade em banco de dados geográficos. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2003, Belo Horizonte. **Anais XI SBSR.** Belo Horizonte: 2003. p. 629-636.

CASTRO, D. S. **A instituição da reserva florestal legal em propriedade privada no Brasil.** In: V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente de Sociedade (Anppas), 2010, Florianópolis. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0C-CsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anppas.org.br%2Fencontro5%2Fcd%2Fartigos%2FGT2-566-817-20100903002850.pdf&ei=dYDRUb30Opa34APfr4DgBg&usg=AFQjCNG5maplFpEQeLp8sKPcD51UTln5Ng&sig2=0yKONU0UzbkJNx7ack_DTA. Acesso em: Abril de 2012.

CHAO, ANNE.; CHAZDON, R. L.; COLWELL, ROBERT K.; SHEN, T. Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. **Biometrics**, v. 62, p. 361–371, 2006.

CHOMITZ, K. M. Transfer of Development Rights and Forest Protection: an exploratory analysis. **International Regional Science Review**, v. 27, n. 3, p. 348-373, 2004.

COSTA, L. G. S.; MANTOVANI, W. Dinâmica sucessional da floresta mesófila semidecídua em Piracicaba (SP). **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 291-305, 1995.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

CUNHA, P. R.; MELLO-THERY, N. A. **A reserva legal no contexto da política nacional de florestas.** In: V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente de Sociedade (Anppas), 2010, Florianópolis. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0C-CsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anppas.org.br%2Fencontro5%2Fcd%2Fartigos%2FGT3-288-210-20100904192616.pdf&ei=E5TRUdnpErD54APurIGgAw&usg=AFQjCNEw__DA9JByydIOFQIcQGOHwB0rg&sig2=hQ-81MgUKV-RNkwQ_Bz58w. Acesso em: Abril de 2012.

DEN BERG, E. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga (MG), e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n.3, p.231-253, 2000.

DELALIBERA, H. C.; WEIRICH NETO, P. H.; LOPES, A. R. C.; ROCHA, CARLOS H. Alocação de reserva legal em propriedades rurais: do cartesiano ao holístico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.286–292, 2008.

DITT, E. H.; MENEZES, R. S.; VALLADARES-PADUA, C. Fragmentando e desfragmentando paisagens: lições da mata atlântica e da floresta amazônica. In: BENSUSAN, N.; ARMSTRONG, G. (Org.). **O manejo da paisagem e a paisagem do manejo**. Brasília: Instituto Internacional de Educação do Brasil, 2008. cap. 1, p. 23-36.

DOREMUS, H. A policy portfolio approach to biodiversity protection on private lands. **Environmental Science & Policy**, v. 6, p. 217–232, 2003.

DURIGAN et al. Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 51-62. 2008.

DURIGAN, G.; RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. **Hoehnea**, v. 30, p. 39-51, 2003a.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. A vegetação de cerrado no Estado de São Paulo. In: ARAÚJO et al. (Ed.). **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Sociedade Botânica do Brasil, 2002. p. 53-54.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J.A. The vegetation of priority áreas for cerrado conservation in São Paulo state, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, p. 217-241, 2003b.

FARIA et al. **Parque Estadual Morro do Diabo: plano de manejo**. 1 ed. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2006. 312 p.

FARIA et al. **Plano de manejo da Estação Ecológica de Paulo de Faria**. 2007. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos> Acesso: Fevereiro de 2013.

FASIABEN, M. C. R.; ROMEIRO, A. R.; PERES, F. C.; MAIA, A. G. Impacto econômico da reserva legal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 49, nº 04, p. 1051-1096, 2011.

FEARNSIDE, P. M. Código Florestal: o perigo de abrir brechas. **Ciência Hoje**, v. 28, n. 163, p. 62- 63, 2000.

FELFILI et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, n. 2, p. 27-46, 1992.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; IGLIORI, D. Sistema de reserva legal extra-propriedade em Goiás: análise de custos e benefícios econômicos e ambientais à escala da paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 1, p.11-47, 2007.

FERREIRA, L. V.; SALOMÃO, R. P.; MATOS, D.C.L.; PEREIRA, J. L. G. Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 6, n. 3, p. 295-306, 2011.

GAIO, A.; GAIO, A. P. P. A compensação da reserva legal por meio da doação de área de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária ao órgão público ambiental competente: A inconstitucionalidade do §6º, do artigo 44, do Código Florestal. In: **Direito Ambiental**. RASLAN, Alexandre Lima. (Org.). Campo Grande: Editora UFMS, 2010.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. S.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos-SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GIBSON et al. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v. 478, p. 378-381, 2011.

GONÇALVES, J. S.; CASTANHO FILHO, E. P. Obrigatoriedade da reserva legal e impactos na agropecuária paulista. **Informações Econômicas**, v.36, n. 9, p.71-84, 2006.

GUARATINI, M. T. G.; GOMES, E. P. C.; TAMASHIRO J. Y.; RODRIGUES, R. R. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p. 323-337, 2008.

IBGE. **Contas nacionais – Produto interno bruto dos municípios 2002–2005**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio Janeiro, Brasil, 230 p., 2007.

IGARI, A. T.; PIVELLO, V. R. Crédito rural e código florestal: irmãos como Caim e Abel? **Ambiente & Sociedade**, v. 14, n. 1, p. 133-150, 2011.

IGARI, A. T.; TAMBOSI, L. R.; PIVELLO, V. R. Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: Investigating trade-off on hotspot preservation in the State of São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, v. 44, p. 346–355, 2009.

IGLIORI, D. C; JUNIOR, D. S; LOBO, F.C. Uso de instrumentos econômicos para a proteção de vegetação nativa no Estado de Goiás: uma análise exploratória. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 1, p.63-81, 2007.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Sistema Nacional de Cadastro Rural. Índices básicos de 2005 – 12/04/2007. 2011. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/index.php/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/file/113-indices-basicos-2005-12042007>. Acesso em: 23 set. 2013.

INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESPEP. **Mapa da vegetação remanescente do Estado de São Paulo**. Instituto Florestal – SMA, Programa Biota-Fapesp, 2004.

INSTITUTO FLORESTAL; BIOTA-FAPESP. **Mapa florestal dos municípios do Estado de São Paulo**. Instituto Florestal – SMA, Programa Biota-Fapesp, 2010.

IRIGARAY, C. T. J. H. Compensação de reserva legal: limites a sua implementação. **Revista Amazônia Legal de estudos sócio-jurídico-ambientais**, n.1, p. 55-68, 2007.

JOELS, L.M. **Reserva Legal e gestão ambiental da propriedade rural: um estudo comparativo da atitude e comportamento de agricultores orgânicos e convencionais do Distrito Federal**. 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabjoels2.htm>> Acesso em: Março de 2011.

KENGEN, S. **Política florestal brasileira: uma perspectiva histórica**. In: I Simpósio Ibero-Americano de Gestão e Economia Florestal, 2001, Porto Seguro. Disponível em: <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=1913&state=FD>. Acesso em: Abril de 2012.

KOLEFF, P.; GASTON, K. J.; LENNON, J. J. Measuring beta diversity for presence-absence data. **Journal of Animal Ecology**, v. 72, p. 367–382, 2003.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP – Bases para conservação**. 2003. 221p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2003.

KRONKA, F. J. N. et al. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/ Instituto Florestal. Imprensa Oficial, 2005

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2 ed. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, 1998. 870p.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Blackwell Science, 2004. 256 p.

MARGUÍA, M.; VILLASEÑOR, J. L. Estimating the effect of the similarity coefficient and the cluster algorithm on biogeographic classifications. **Annales Botanici Fennici**, v. 40, p. 415-421, 2003.

MARQUES, E. M. **Análise dos fatores intervenientes no cumprimento das normas referentes às reservas legais no Estado de São Paulo**. 2011. 185p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

MARQUES, E. M; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 131-145, 2012.

MARTINS, O. P.; CHAVES, F. T. Uso de instrumentos econômicos para a conservação da Biodiversidade em Goiás: implicações e perspectivas. In: FERREIRA, L. G. (Org.). **Conservação da biodiversidade e uso sustentável em Goiás. Implicações e perspectivas**. Goiânia:

SEMARH/Agência Ambiental/Banco Mundial, Cap.8. Disponível em: <http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/downloads/Livros/Livro_PDF/capitulo_8.pdf> Acesso em 04 de jun. 2011.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 1, n. 4, p. 41-64, 2006.

METZGER, J. P. Bases biológicas para a “reserva legal”. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 183, p. 48- 49, 2002.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n.1, p. 1-5, 2010.

METZGER, J. P. et al. **Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos**. Documento-síntese produzido por Pesquisadores do PROGRAMA BIOTAFAPESP e pela ABECO (Associação Brasileira de Ciência Ecológica e Conservação), 2010. Disponível em: http://www.abecol.org.br/wordpress/wp-content/uploads/extra-pdf/biota-fapesp_e_abeco-sintese-cfb_e_biodiversidade.pdf Acesso em: 12 ago. 2011.

MEYER, A. S. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes**. 2002. 106 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2002.

MIACHIR, J. I. **Caracterização da vegetação remanescente visando à conservação e restauração florestal no município de Paulínea –SP**. 2009. 135p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2009.

MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley & Sons, 1974.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G. A B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, v. 403, p. 852-858, 2000.

NASSAR, A. M; ANTONIAZZI, L. B. Reforma do Código Florestal: uma visão equilibrada. **Visão Agrícola**, p. 4-7, 2012.

NUSDEO, A. M. O. A compensação de reserva legal através de contrato de arrendamento e os incentivos à proteção florestal. **Revista de Direito Ambiental**, p. 31-45, 2007.

OLIVEIRA, G. R. **Reserva Legal no Novo Código Florestal: uma interpretação de suas justificativas à luz da literatura econômica de falhas de mercado e valoração ambiental**. 2012. 48 p. Monografia. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2012.

OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, C. J. C. Avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 1, n. 2, p. 177-203, 2003.

PEREIRA, M. A. **Viabilidade de manejo comercial em Reserva Legal no Pontal do Paranapanema com ênfase em aspectos ambientais, sociais e econômicos**. 2010. 127p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Ecológicas, Nazaré Paulista, SP, 2010.

PGR questiona trechos do Código Florestal no STF. **Exame.com**. 21/01/2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/pgr-questiona-trechos-do-codigo-florestal-no-stf>> Acesso em: Janeiro de 2013

PINHEIRO, M. H. O. **Levantamento florístico e fitossociológico da floresta estacional semidecidual do Jardim Botânico de Bauru, São Paulo**. 2000. 162 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

POMPERMAYER, E. F. **Compensação da reserva florestal legal como instrumento da gestão integrada floresta-água: análise jurídica**. 2006. 78 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2006.

RANIERI, V. E. L. **Reservas Legais: Critérios para localização e aspectos de gestão**. 2004. 144p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 2004.

RBMA - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. **Mata Atlântica: ciência, conservação e políticas. Workshop científico sobre a mata atlântica**. São Paulo, SP, 1999. 36 p.

RIBEIRO, A. Eles negociam florestas. **Revista Época**, n. 762, p. 101-102, 2012.

RIBEIRO et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, n. 142, p. 1141–1153, 2009.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 542 p.

RIGONATTO, C. A. **Quem paga a conta? Subsídios e reserva legal: avaliando o custo de oportunidade do uso do solo**. 2006. 120 p. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

SALIS, S. M.; SHEPHERD, G. J.; JOLY, C. A. Floristic comparison of mesophytic semideciduous forests of the interior of state of São Paulo, Southeast Brazil. **Vegetation**, v. 119, p. 155-164, 1995.

SANTOS, K.; KINOSHITA, L. S. Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta semidecidual do Ribeirão Cachoeira, Município de Campinas, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 325-341, 2003.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 53.939, de 6 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição

da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, SP, 7 jan. 2009a. Seção I, p. 29-30.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 54.653, de 6 de agosto de 2009. Reorganiza a Secretaria do Meio Ambiente e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, SP, 7 ago. 2009b.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente / Coordenadoria de Planejamento Ambiental - SMA/CPLA. Meio Ambiente Paulista: **Relatório de Qualidade Ambiental 2010**. Casemiro Tercio dos Reis Lima Carvalho e Marcia Trindade Jovito (Orgs). São Paulo, 2010. SASAKI, D.; MELLO-SILVA, R. Levantamento florístico no cerrado de Pedregulho, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 187-202, 2008.

SBPC/ ABC. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC; Academia Brasileira de Ciências – ABC: São Paulo, 2011. 124 p.

SBPC/ ABC. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. 2 Edição. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC; Academia Brasileira de Ciências – ABC: São Paulo, 2012. 124 p.

SERAFIM, F.H. **Caracterização florística e estrutural do componente arbóreo de três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual da região leste do Vale do Paraíba – SP**. 2010. 223 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

SIGAM, 2012. Disponível em: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/> Acesso: Fevereiro de 2012.

SILVA, L. A.; SOARES, J. J. Composição florística de um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de São Carlos-SP. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.647-656, 2003.

SIQUEIRA, M. F.; DURIGAN, G. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n.2, p. 233-243, 2007.

SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal Brasileiro. **Novos Estudos**, n. 89, p. 111-135, 2011.

SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Visão Agrícola**, p. 25-28, 2012.

SWIFT, B. et al. Private lands conservation in Latin America: The need for enhanced legal tools and incentives. **Journal of Environmental Law and Litigation**, v.19, 2004.

TABANEZ et al. **Plano de Manejo da Estação Ecológica dos Caetetus**. Instituto Florestal – Série Registros, n. 29, p.1 -104, 2005.

TABARELLI, M., MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 1999.

TAVARES, S. **Oficina debate compensação de reserva legal em UC**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/4-geral/3446-instituto-promove-oficina-para-discutir-compensacao-de-reserva-legal-em-unidades-de-conservacao.html>
Acesso: Novembro de 2012.

TONIATO, M. T. Z. **Variações na composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Bauru (SP), relacionadas a diferentes históricos de perturbações antrópicas**. 2001. 111 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011.

WOLDA, H. Similarity indices, sample size and diversity. **Oecologia**, v. 50, p. 296-302, 1981.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Número de processos de compensação de reserva legal finalizados por unidade da CBRN/SMA e agências da CETESB. Fonte: SIGAM (2012)

Unidade	Total
Centro de Planejamento Aplicado	24
Agência Ambiental de Franca	19
Núcleo de Programas e projetos / CTR de Fiscalização de Ribeirão Preto	15
Agência Ambiental de S. José do Rio Preto	11
Núcleo de Programas e projetos / CTR de Fiscalização de São José do Rio Preto	10
Núcleo de Programas e Projetos de Bauru	9
Agência Ambiental de Araraquara	9
Agência Ambiental de Dracena	9
Agência Ambiental de Botucatu	7
Núcleo de programas e projetos (Sorocaba)	6
Agência Ambiental de Bauru	6
Agência Ambiental de Araçatuba	6
Agência Ambiental de S. José dos Campos	5
Agência Ambiental de Lins	5
Núcleo de programas e projetos (Presidente Prudente)	4
Agência Ambiental de Mogi das Cruzes	3
Agência Ambiental de Pirassununga	3
Agência Ambiental de S. José do Rio Pardo	3
Agência Ambiental de Marília	3
Agência Ambiental de Ribeirão Preto	3
Agência Ambiental de Avaré	3
Agência Ambiental de Barretos	2
Agência Ambiental de São Carlos	2
Agência Ambiental de Piracicaba	2
Agência Ambiental de Cubatão	2
Agência Ambiental de Capão Bonito	2
Centro Técnico Regional de Fiscalização de Araçatuba	2
Agência Ambiental de Guarulhos	1
Departamento de Proteção da Biodiversidade	1
Agência Ambiental de Presidente Prudente	1
Agência Ambiental de Capão Bonito	1
Agência Ambiental de Jales	1
Agência Ambiental de Votuporanga	1
Agência Ambiental de Jaboticabal	1
Agência Ambiental de S. João da Boa Vista	1
Agência Ambiental de Sorocaba	1

continua

...continuação

Agência Ambiental de Taubaté	1
Agência Ambiental de Osasco	1
Agência Ambiental de Mogi das Cruzes	1
Centro Técnico Regional de Fiscalização de Campinas	1
Total	188

APÊNDICE B – Número de imóveis rurais que compensaram reserva legal por município do Estado de São Paulo.

Município	Nº de imóveis objetos de compensação
Batatais	10
Fernando Prestes	10
Jaboticabal	7
Guariba	6
Matão	6
Lins	5
São José do Rio Pardo	5
Franca	4
Morro Agudo	4
Poloni	4
Restinga	4
Ubarana	4
Araras	3
Cristais Paulista	3
Ibitinga	3
Igarapava	3
Leme	3
Monte Aprazível	3
Tanabi	3
Taquaritinga	3
Cosmorama	2
São Carlos	2
Caconde	1
Campinas	1
Descalvado	1
Guaiçara	1
Guará	1

continua

...continuação

Iacanga	1
Ibaté	1
Itirapuã	1
Ituverava	1
Meridiano	1
Pederneiras	1
Pedregulho	1
Pitangueiras	1
Porto Ferreira	1
Sales	1
São Sebastião da Gramma	1
Tabatinga	1
Total	114

APÊNDICE C – Número de reservas legais de compensação por município do Estado de São Paulo.

Município	Nº de reservas legais de compensação
Guapiara	21
Apiáí	12
Capão Bonito	7
Altinópolis	6
Nhandeara	6
Patrocínio Paulista	6
São José do Rio Pardo	5
Arealva	4
Barbosa	4
Cristais Paulista	3
Igarapava	3
Pedregulho	3
Restinga	3
Ribeirão Bonito	3
Ribeirão Grande	3
Santo Antonio de Aracanguá	3
Bariri	2
Batatais	2
Cosmoromama	2

continua

...continuação

Descalvado	2
Ibitinga	2
Matão	2
Tanabi	2
Barretos	1
Caconde	1
Franca	1
Itirapuã	1
Ituverava	1
Monte Aprazível	1
Pitangueiras	1
Sales	1
Sud Mennucci	1
Sao Sebastião da Grama	1
Sebastianópolis do Sul	1
Total	117