

---

PAULA BERNASCONI

CUSTO-EFETIVIDADE ECOLÓGICA DA COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL  
ENTRE PROPRIEDADES NO ESTADO DE SÃO PAULO \*

---

3º Lugar  
Categoria Profissional

\* Esse estudo foi realizado como parte do projeto "POLICYMIX" <<http://policymix.nina.no>>, financiado pela European Commission, Directorate General for Research, within the 7th Framework Programme of RTD, Theme 2—Biotechnology, Agriculture & Food (grant 244065).



## RESUMO

Este estudo visa avaliar a relação de custo-efetividade ecológica do mecanismo de compensação de reserva legal previsto no Novo Código Florestal com um estudo de caso no estado de São Paulo. O Código Florestal é o principal marco legal para conservação em áreas privadas no Brasil e, entre outras regras, exige que as propriedades rurais mantenham parte de sua área sob cobertura de vegetação natural, chamada reserva legal. Essa área é destinada à conservação da biodiversidade e à manutenção da provisão de serviços ecossistêmicos. Apesar de apresentar um cumprimento baixo por parte dos proprietários rurais, é esperado aumento em sua efetividade. Isso porque houve recentes alterações nas regras legais com o lançamento do Novo Código Florestal que também introduziu instrumentos econômicos, visando reduzir os custos de oportunidade da conservação em áreas privadas. Um das opções para adequação à lei é a possibilidade de compensação da reserva legal em outra propriedade que possua excedente de vegetação natural (ou área em recuperação) acima do exigido por lei. Este trabalho avalia o potencial de aplicação da compensação de reserva legal no estado de São Paulo por meio de uma simulação de impacto desse instrumento utilizando dados empíricos. O trabalho também discute os desafios de implementação do instrumento de compensação no âmbito do Novo Código Florestal. A avaliação de impacto foi feita com o uso do *software* de planejamento da conservação Marxan por meio da simulação de diferentes cenários de combinação de políticas e restrições ao mercado de compensação. O objetivo é avaliar os possíveis efeitos da compensação em relação à efetividade da conservação e à redução dos custos de oportunidade de adequação à reserva legal, comparados a uma abordagem puramente de comando e controle. Os resultados mostram claro potencial do instrumento de compensação de reserva legal de reduzir os custos de oportunidade de conservação de reservas legais, porém o resultado da simulação de alocação das reservas pelo mercado mostra que, caso o único critério seja o econômico, potencialmente podem não ser selecionadas as áreas mais prioritárias para restauração e conservação da biodiversidade. Já a simulação da proposta de inclusão de uma restrição no mercado, focando em áreas prioritárias resultou em um cenário com custos também menores que a opção puramente de comando e controle, porém com uma efetividade ecológica muito maior. A discussão pondera a importância de uma combinação de políticas que inclua instrumentos econômicos para permitir certa flexibilidade e alocação eficiente e de comando e controle, a fim de garantir a efetividade ecológica e a manutenção da escala sustentável, ou seja, a compensação de reserva legal somente cumprirá seu objetivo caso o Novo Código Florestal seja efetivo, exigindo o cumprimento da reserva legal. Os resultados da análise, apesar de se limitarem ao estado de São Paulo, ressaltam a importância de análises de impacto de políticas públicas *ex ante* a fim de subsidiar com dados empíricos os formuladores de políticas e a fim de permitir um acompanhamento pela sociedade.

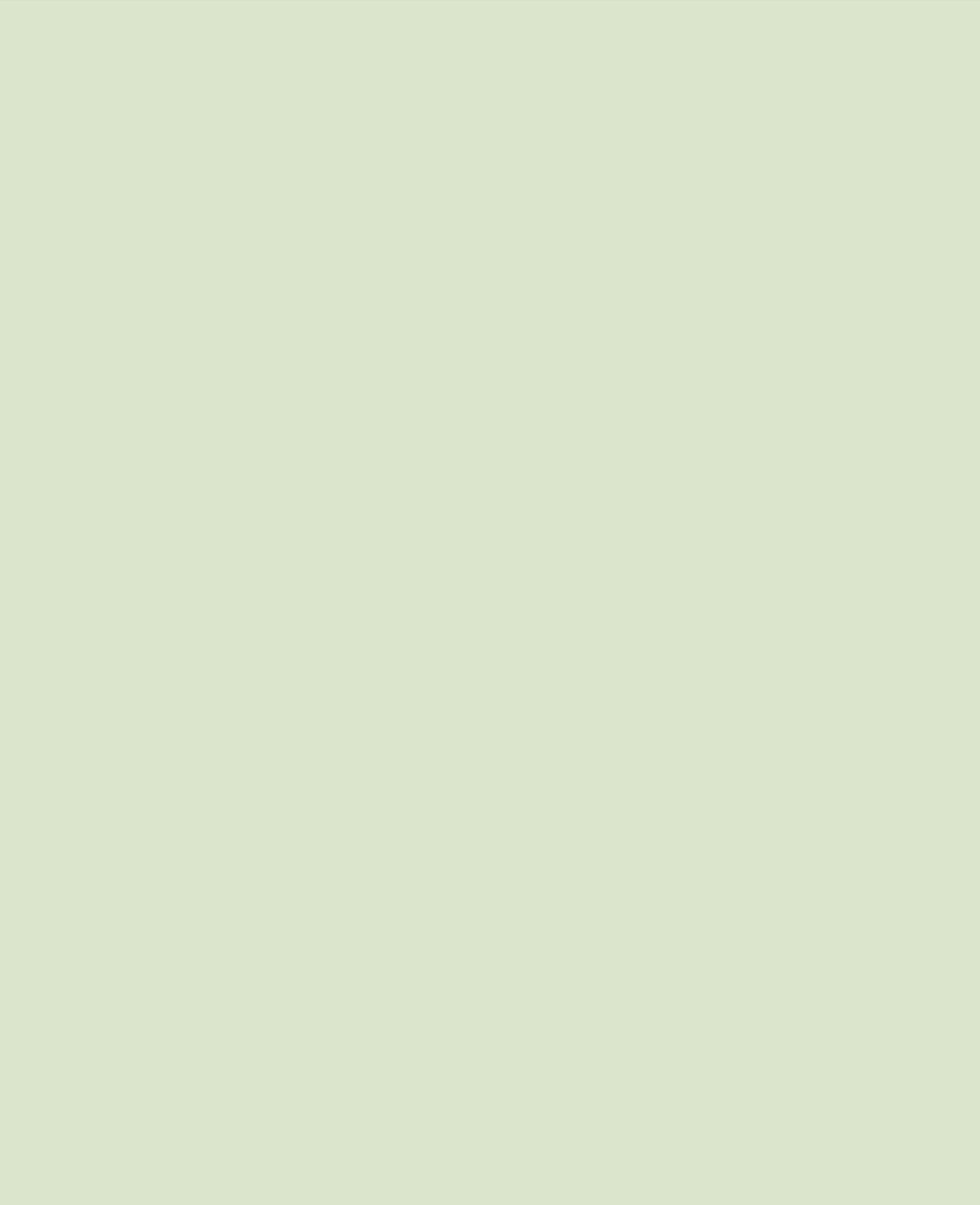
Palavras-chave: Código florestal. Instrumentos econômicos. Políticas ambientais.



## ABSTRACT

This study aims to evaluate the cost effectiveness of the compensation of forest reserve mechanism, included in the Forest Code, with a case study in the state of Sao Paulo. The main policy instrument for forest conservation in private areas in Brazil is the Forest Code. It requires that all private properties set aside parts of their properties for conservation, called forest reserve. This area is designed for biodiversity conservation and sustain the provision of ecosystem services. This law has been poorly enforced, resulting in a current very low compliance. However, the recent change in the law has made it less strict and included new economic instruments, and a higher level of enforcement and compliance is expected. One of the options is the compensation of Forest Reserve in another farm, what is a kind of tradable development rights (TDR) scheme. The landowners who have deforested more than allowed by law can compensate their deficit in another farm which has more natural vegetation than required. In this study we evaluated possible effects of the TDR on the conservation outcome with regards to opportunity costs and ecological effectiveness and compared this to a pure command-and-control approach. Using the conservation planning software Marxan with Zones we conducted an ex-ante policy evaluation by simulating different scenarios that combine policies and market constraints. Our results showed a clear potential of the TDR to both reduce compliance costs and improve ecological effectiveness depending on different market restrictions on allocation of forest reserves. However, the results also show that a market based only in economic criteria may not fully reflect ecological priorities. If the market is constrained focusing priority areas the costs raise, but ecological outcomes are much higher, resulting in the higher cost effectiveness option. The discussion illustrates the importance of a policy mix that combines market and regulatory instruments, stressing the crucial role that enforcement of forest code has in the Brazilian forest conservation. Although the case study is focused in Sao Paulo, the results highlight the importance of ex ante policy impact analysis to subsidize policy makers.

Key words: Forest Code. Economic tools. Environmental policy.



# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	407
1 POLÍTICAS PÚBLICAS E A ECONOMIA ECOLÓGICA .....	409
1.1 Princípios da economia ecológica e as políticas públicas ambientais .....	409
1.2 Políticas públicas ambientais e seus instrumentos.....	410
1.3 Combinações de políticas para conservação – Policymix .....	412
2 CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO ESTADO DE SÃO PAULO .....	414
2.1 Contexto, desafios e status da conservação da biodiversidade .....	414
2.2 Principais políticas e instrumentos para conservação ambiental em São Paulo.....	417
3 MECANISMO DE COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL ENTRE PROPRIEDADES RURAIS.....	427
3.1 Direitos negociáveis e a compensação de reserva legal.....	428
3.2 Regras legais para funcionamento do mecanismo no Brasil .....	430
3.3 Desafios de desenho e implementação do instrumento econômico .....	435
4 POTENCIAL DA COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL NO ESTADO DE SÃO PAULO .....	435
4.1 Metodologia.....	446
4.2 Resultados .....	450
DISCUSSÃO .....	457
CONCLUSÃO.....	461
REFERÊNCIAS .....	462





## INTRODUÇÃO

São Paulo é um estado que possui condições ambientais altamente heterogêneas com amplitudes latitudinais, longitudinais e de altitude que deram origem a dois biomas considerados *hotspots* de biodiversidade globais, a Mata Atlântica e o Cerrado. Ambos apresentam índices altíssimos de biodiversidade e outra característica em comum é a pressão antrópica que sofrem. A área de Mata Atlântica tem sido a mais populosa e degradada desde o início da história do Brasil, e hoje restam apenas cerca de 14% de sua vegetação natural no estado, enquanto o Cerrado teve uma degradação mais recente, mas mais intensa, restando apenas 10% no estado.

Essa degradação, porém, não ocorreu pela falta de leis de proteção aos biomas, que existem e visam manter a conservação em áreas públicas (unidades de conservação) e em áreas privadas (propriedades rurais). Até recentemente, os instrumentos regulatórios fundamentados em comando e controle têm sido os mais importantes tipos de política para conservação da biodiversidade no Brasil. Isso tem gerado vários conflitos e discussões com os setores ligados à produção rural que questionam os altos custos de adequação às leis ambientais.

O principal instrumento para conservação em áreas privadas é o Código Florestal que, entre outras questões, exige que todas as propriedades mantenham uma parte de sua área com cobertura de vegetação natural, chamada reserva legal, destinada para conservação da biodiversidade e manutenção da provisão de serviços ecossistêmicos. Essa lei passou por muitas alterações desde sua implementação, em 1965, e, em geral, foi pouco fiscalizada pelos órgãos do governo, resultando em taxa muito baixa de cumprimento por parte dos proprietários rurais, porém é esperado um aumento na fiscalização e no seu cumprimento devido às recentes alterações na lei que a tornaram menos restritiva e devido à combinação de alguns instrumentos econômicos para reduzir os custos de adequação à reserva legal.

Um das opções para adequação ambiental é a possibilidade de compensação do déficit de reserva legal em outra propriedade que possua um excedente de vegetação natural (ou área em recuperação) além do exigido por lei. O principal objetivo do instrumento é flexibilizar a alocação de reservas legais dentro do mesmo bioma e, dessa forma, considerar melhor as heterogeneidades de aptidão agrícola e fragilidade ambiental, contribuindo para redução dos custos de oportunidade da conservação das reservas legais. Esse instrumento, apesar de já estar presente na combinação de políticas brasileiras há alguns anos, tem implementação muito baixa e pode ser considerado mais um instrumento potencial que um existente.

Nesse contexto, algumas questões que permanecem sobre o potencial de implementação do instrumento são:



- Em que extensão os custos de oportunidade da adequação da reserva legal poderão ser reduzidos com a introdução da compensação de reserva legal, em comparação com os custos de adequação sem o uso do instrumento?
- Quais os potenciais resultados ecológicos da alocação de reserva legal pelo mercado por meio da compensação?
- De que forma a adição de um critério ecológico, restringindo o mercado, afetaria a relação de custo-efetividade ecológica do instrumento?

Este estudo inicia-se com breve revisão teórica no capítulo 1 sobre a visão da economia ecológica do desenho e da implementação de instrumentos de políticas públicas ambientais e traz a apresentação de uma forma de abordagem de análise de combinação de políticas e instrumentos, chamada *Polycymix*. Em seguida, o capítulo 2 contextualiza o *status* da conservação da biodiversidade no estado de São Paulo, com detalhamento dos objetivos e desafios de conservação. Esse capítulo aborda também o papel dos principais instrumentos regulatórios de comando e controle e dos instrumentos econômicos para conservação no estado de São Paulo, sendo o principal deles o Código Florestal.

O capítulo 3 traz uma explicação mais detalhada do funcionamento do instrumento de compensação de reserva legal e discute os desafios do seu desenho e implementação por meio de quatro parâmetros: a eficácia para conservação da biodiversidade, o custo-efetividade do instrumento, a legitimidade e impactos distributivos e as restrições e as opções institucionais, usando revisão de literatura sobre o tema.

O capítulo 4 traz uma análise do potencial impacto do instrumento de compensação de reserva legal no estado de São Paulo, visando responder às perguntas elencadas anteriormente. A análise foi feita por meio de uma simulação da adequação à reserva legal em todas as unidades de produção agropecuária do estado em três cenários de alocação com diferentes combinações de regras e políticas. A hipótese para as perguntas elencadas é de que o instrumento tem alto potencial no estado de São Paulo devido à heterogeneidade de aptidão agrícola no estado e pode contribuir tanto para redução de custos de oportunidade para o proprietário rural e para a sociedade quanto para maior efetividade ecológica do instrumento caso seja incluído um critério de restrição no mercado.



# 1 POLÍTICAS PÚBLICAS E A ECONOMIA ECOLÓGICA

## 1.1 PRINCÍPIOS DA ECONOMIA ECOLÓGICA E POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS

A inadequação do modelo socioeconômico-ecológico atual construído sobre as premissas do capitalismo de livre mercado e de crescimento econômico ilimitado tem como consequência, além da degradação ambiental, crises econômicas, como a mais recente em 2008 (ANDRADE et al., 2012).

Uma das principais características que define a economia ecológica e a difere de outras linhas de pesquisa de economia e meio ambiente é o reconhecimento de que a economia está dentro de um sistema maior que é o sistema terrestre, portanto tem limites (DALY; FARLEY, 2010).

A partir dessas premissas, a questão central para economia ecológica é como fazer para economia funcionar, considerando a existência desses limites. Conforme expõe Romeiro (2012), a economia ambiental convencional pressupõe que, no caso de bens ambientais transacionados no mercado, a escassez crescente de determinado bem eleva seu preço, o que induz a introdução de inovações que permitem poupá-lo e, no limite, substituí-lo por outros recursos mais abundantes.

No caso dos serviços ambientais não transacionados no mercado em razão de sua natureza de bens públicos, o mecanismo de ajuste baseia-se no cálculo de custo e benefício feito pelos agentes econômicos. O cálculo é feito visando alocação dos recursos entre o que deve ser investido para evitar o impacto ambiental e o que deve ser gasto com os prejuízos gerados pelo impacto ocorrido (taxas, recuperação etc.), de modo a minimizar o custo total. O ponto de equilíbrio, portanto, chamado de "poluição ótima" é de equilíbrio econômico, e não ecológico, porém, como observa Godard (1992), citado por Romeiro (2012), ecologicamente não se pode falar em equilíbrio quando a capacidade de assimilação do meio é ultrapassada, já que pode resultar em perda irreversível.

Para economia ecológica, é preciso inverter esse processo, começando pela determinação da escala sustentável de uso dos recursos naturais. Desse modo, conforme aponta Romeiro (2012), o que eram variáveis de ajuste do processo (quantidade de bens e serviços ecossistêmicos a serem usados) passam agora a ser tratadas como parâmetros físicos de sustentabilidade ecológica, aos quais deverão se ajustar às (agora) variáveis não físicas da tecnologia e das preferências.

A partir do momento que se reconhece a necessidade de um limite e fixa-se uma escala, surge imediatamente o problema da distribuição do direito de acesso aos bens ou serviços ecossistêmicos que tiveram seu acesso limitado. No esquema analítico convencional, não existe essa questão, uma vez que não há limites ambientais. O critério básico da distribuição deve ser aquele que a sociedade considera justo.



Como apontam Daly e Farley (2010), o mercado sozinho não é capaz de atingir uma equidade distributiva nem uma escala sustentável. Nesse sentido, o objetivo de distribuição justa deve levar em conta um certo nível de desigualdade definida socialmente e imposta ao mercado.

Uma vez garantida a escala sustentável e definida a distribuição do direito de acesso por um critério de justiça aceito por todos, aí sim a alocação dos recursos disponíveis deve ser feita com base em critérios de mercado para uma alocação eficiente (ROMEIRO, 2012). Como destaca Daly e Farley (2010), a alocação eficiente, que é o principal foco do pensamento econômico convencional, tem papel terciário na abordagem de política da economia ecológica, mas não perde sua importância. Os autores afirmam que um dos princípios das políticas públicas deve ser manter o controle necessário no nível macro com o mínimo sacrifício na liberdade e variabilidade no nível micro. Isso porque os mercados são úteis para garantir a variabilidade econômica no nível micro, mas não conseguem promover o controle da escala e distribuição no nível macro.

Portanto, para economia ecológica, três princípios são fundamentais para definição de uma política pública: em primeiro lugar, que ela promova a manutenção do uso ou conservação de um recurso, respeitando a escala sustentável; em segundo lugar, que a distribuição do acesso a esses bens ou serviços ecossistêmicos seja dividida de forma justa; e, por fim, que a alocação seja feita de forma eficiente.

## 1.2 POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS E SEUS INSTRUMENTOS

Conforme Lustosa et al. (2010), “a política ambiental é o conjunto de metas e instrumentos que visam reduzir os impactos negativos da ação antrópica sobre o meio ambiente, e são necessárias para induzir os agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente”.

De acordo com suas características, os instrumentos usados nas políticas ambientais podem ser divididos em várias categorias, de acordo com os autores e as suas linhas de pesquisa.

As categorias mais usadas na literatura (RING; SCHROTER-SCHLAACK, 2011; LUSTOSA et al., 2010) dividem em três tipos: instrumentos de regulação direta (ou regulatórios), instrumentos econômicos (ou fundamentados em incentivos) e instrumentos de comunicação ou de facilitação de autorregulação.

A figura 1 ilustra as três categorias em um contínuo que se estende da direta alocação pelo governo de recursos e áreas para conservação (à esquerda) até intervenções mais indiretas, visando, corrigir falhas de alocações de mercados (à direita).



Figura 1 – Contínuo de instrumentos de políticas para conservação da biodiversidade



Fonte: adaptado de Schröter-Schlaack e Ring (2011).

Os instrumentos regulatórios são também conhecidos como políticas de comando e controle, pois implicam o controle direto por parte dos órgãos reguladores por meio de normas, controles, procedimentos, regras e padrões a serem seguidos e também diversas penalidades caso os agentes não cumpram o estabelecido (LUSTOSA et al., 2010). Alguns exemplos desses instrumentos são: regulações no uso de recursos (regras para uso do solo, regras para manejo florestal, proibição de uso de espécies endêmicas e em extinção, cotas para pesca e minérios), concessão de licenças para funcionamento de empreendimentos, regramento espacial (definição de zonas proibitivas para certas atividades econômicas – zoneamentos).

Eles são os que normalmente definem a escala sustentável e, em algumas vezes, também garantem os critérios de distribuição justa, porém a desvantagem é que tendem a falhar em promover a alocação eficiente e não proveem incentivos para ultrapassar uma meta (DALY; FARLEY, 2010). Por exemplo, caso um limite de emissões de poluentes seja fixada em uma quantidade que certa empresa ainda não ultrapassou, ela poderá chegar até esse limite caso sua produção aumente já que não terá nenhum incentivo a manter os níveis mais baixos.

Os instrumentos econômicos, também conhecidos como instrumentos de mercado, têm o objetivo de colocar preço em comportamentos que trazem impactos ao meio ambiente, internalizando externalidades negativas; e recompensar comportamentos que trazem benefícios à conservação ambiental, internalizando externalidades positivas (RING; SCHROTER-SCHLAACK, 2011).

Apresentando as vantagens da utilização desses instrumentos, Lustosa et al. (2010) destacam que eles permitem que um agente cause um impacto acima de um padrão médio estabelecido (escala) desde que outros agentes decidam reduzir seu nível de emissão por meio de compensações financeiras diretas (vendas de certificados – cotas) ou indiretas (redução de impostos). Eles permitem, portanto, que, mantida a escala, seja possível melhorar a eficiência da alocação e também a justiça da distribuição.

Alguns exemplos são taxas sobre poluição, subsídios, pagamentos por serviços ambientais, direitos negociáveis (*cap-and-trade*) entre outros. O mecanismo de compensação de reserva legal, objeto de estudo neste trabalho, é um tipo de instrumento econômico que cria um mercado de direitos negociáveis.



A terceira categoria é a dos instrumentos de comunicação. Esses instrumentos visam promover alterações de preferências e comportamentos individuais e coletivos, para um enfoque mais ligado à conservação, e informar ou educar pessoas sobre a relação de suas atividades e o ambiente. Alguns exemplos desses instrumentos são selos e certificações ambientais (ISO 14.001, FSC), lista de empresas que têm ações de respeito ao meio ambiente etc.

Segundo Schröter-Schlaack e Ring (2011), essa categoria de medidas motivacionais e de informação visa prover conhecimento aos atores sobre as consequências de seu comportamento, dessa forma, facilitando motivações intrínsecas para autorregulação para conservação da biodiversidade ou de manejo de serviços ecossistêmicos.

### 1.3 COMBINAÇÕES DE POLÍTICAS PARA CONSERVAÇÃO – *POLICYMIX*

Os instrumentos econômicos que formam a política ambiental não agem de forma isolada, ao contrário, estão combinados de forma que um instrumento acaba interagindo de certa forma com outro. Nesse sentido, o conceito de *policy mix* é “uma combinação de instrumentos de política que evoluiu para influenciar a quantidade e qualidade da conservação da biodiversidade e da provisão de serviços ecossistêmicos pelos setores públicos e privados” (RING; SCHRÖTER-SCHLAACK, 2011).

Segundo a OECD (2007), existem vários motivos para o uso de um *policy mix* para abordar questões ambientais:

- *Muitos problemas ambientais são do tipo multiaspectos – por exemplo, além de se restringir a quantidade total de emissão de certos poluentes, também devem ser levados em conta onde as emissões ocorrem, quando elas ocorrem, como os produtos poluentes são aplicados etc.*
- *Certos instrumentos podem reforçar o efeito uns dos outros – como quando um esquema de rotulagem melhora a responsabilidade de consumidores e produtores em relação a uma determinada taxa ambiental, enquanto que a existência da taxa ajuda a chamar a atenção para o esquema de rotulagem.*
- *Frequentemente, um mix de instrumentos é necessário para abordar falhas “não ambientais” de mercados em que instrumentos de políticas ambientais operam, como falta de informações, direitos de propriedades pouco definidos, poder de mercado etc.*

O objetivo da abordagem *policy mix* é alterar o foco de análise de políticas ambientais do custo-efetividade de instrumentos individuais para um entendimento de como os instrumentos interagem uns com os outros. Assim, os instrumentos econômicos não são uma alternativa ao comando e controle ou aos instrumentos de informação, mas sim dependentes e complementares a eles. O setor público tem um grande papel em estabelecer e financiar instrumentos econômicos baseados em mercado



(VATN et al., 2011). Além disso, os incentivos econômicos também podem existir entre instituições governamentais, como é o caso do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) ecológico, sem o envolvimento do mercado.

Esta monografia baseou-se, de forma geral, nessa metodologia para avaliar o papel da compensação de reserva legal na combinação de política em São Paulo, com uma análise de cenários *ex ante* do impacto potencial da introdução desse instrumento.



## 2 CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO ESTADO DE SÃO PAULO

### 2.1 CONTEXTO, DESAFIOS E STATUS DA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

A Mata Atlântica foi uma das maiores florestas tropicais do mundo em extensão, cobrindo originalmente cerca de 150 milhões de hectares no Brasil. Suas condições ambientais altamente heterogêneas criam diferenças na composição da floresta devido a sua amplitude latitudinal, incluindo regiões tropicais e subtropicais, e também devido a sua escala longitudinal que influencia na precipitação. Áreas costeiras recebem grandes quantidades de chuva durante todo o ano, chegando a mais de 4.000 mm, enquanto as florestas do interior recebem cerca de 1.000 mm/ano (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003).

Estas características geográficas, combinadas com a ampla variação de altitude, favorecem a alta diversidade e endemismo, incluindo mais de 20.000 espécies de plantas, 261 espécies de mamíferos, 688 espécies de aves, 200 espécies de répteis, 280 espécies de anfíbios, e muitas outras que ainda não foram descritas (RIBEIRO et al., 2009). A Mata Atlântica contém aproximadamente 2% do total de espécies em todo o mundo, incluindo 8.000 plantas endêmicas (2,7% do mundo) e 576 vertebrados endêmicos (2,1% do mundo).

Esse bioma, um dos mais biodiversos do mundo, tem sido também a área a mais populosa e degradada desde o início da história do Brasil, responsável por 80% do PIB nacional e abrigando mais de 100 milhões de habitantes (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003). Por ter uma grande biodiversidade e endemismo em uma área pequena sofrendo grande pressão, esse bioma é considerado um *hotspot* (MYERS et al., 2000). Por causa de sua importância biológica e ameaça, foi considerado o mais *hot* dos *hotspots* (LAURANCE, 2009).

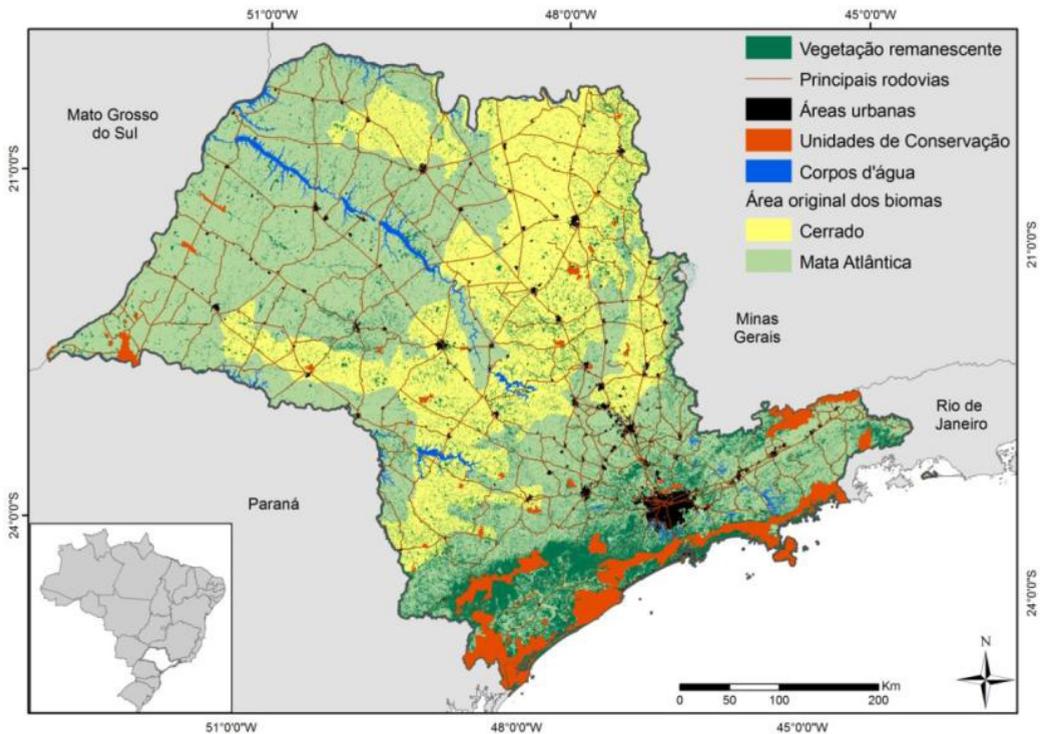
O estado de São Paulo teve 83% de seu território originalmente coberto por Mata Atlântica (VICTOR, 1975). Hoje se estima que restam, de 7% a 8%, segundo a SOS Mata Atlântica/Inpe (2000), Galindo-Leal e Câmara (2003), 27%, segundo o IESB et al. (2007) e Cruz e Vicens (2010), dependendo da fonte consultada. As diferenças podem ser causadas por vários fatores, incluindo diferenças nos métodos, como inclusão de florestas secundárias e pequenos fragmentos ou até erros de mapeamento.

A maioria dos remanescentes da Mata Atlântica são pequenos fragmentos menores de 50 hectares isolados uns dos outros e compostos por matas secundárias em estágios médios ou iniciais de sucessão. Os poucos fragmentos maiores sobreviveram em locais onde o terreno íngreme tornou a ocupação humana particularmente difícil (RIBEIRO et al., 2009).



O outro bioma de São Paulo é o Cerrado, que também é reconhecido como um *hotspot* de biodiversidade (MYERS et al., 2000). O Cerrado originalmente cobria 14% do território do estado e seu desmatamento é mais recente, mas mais intenso. Perdeu 90% de sua área entre 1960 e final de 2000, com a expansão da cana incentivada pela política de Proálcool na década de 1970 e da expansão de citros nos anos 1980 (figura 2).

**Figura 2 – Panorama da paisagem no estado de São Paulo**



**Fonte: elaboração da autora, com dados de SMA-SP, Embrapa, IF, ANA, IBGE.**

A fragmentação atual tem levado à ameaça de extinção uma grande proporção da vasta biodiversidade da floresta, mais de 70% das 199 espécies de aves endêmicas estão ameaçadas ou em perigo (RIBEIRO et al., 2009). Apesar da degradação, os hectares remanescentes ainda têm amostras significativas de sua flora originais que abrigam uma fauna diversificada, incluindo muitas espécies ameaçadas (RODRIGUES; BONONI, 2008).

No entanto nem todas as espécies são capazes de serem preservadas em pequenos fragmentos. Os jaguares, por exemplo, exigem áreas maiores do que 10.000 km<sup>2</sup> para manter a viabilidade das populações em longo prazo, o que exige mais de 500 indivíduos. Na Mata Atlântica, só duas áreas



alcançam essa extensão: o corredor da Serra do Mar, nos estados de São Paulo e Paraná (Brasil), e as florestas que se estendem desde a província de Misiones, na Argentina, e o Parque Nacional do Iguaçu, no Brasil (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003).

Além da perda de biodiversidade, o desmatamento traz também problemas em relação às emissões de CO<sub>2</sub> e alterações no clima. Como apontado por Leite et al. (2012), apesar das preocupações internacionais quanto às emissões de carbono advindas do desmatamento na Amazônia, 72% das emissões do Brasil, entre 1986 e 1995, vieram do desmatamento da Mata Atlântica e do Cerrado.

A dinâmica de desmatamento em São Paulo já está estabilizada e até mostra sinais de tendência de reversão (tabela 1), porém ainda existe a necessidade de um esforço de restauração mais intenso.

**Tabela 1 – Área de floresta no estado de São Paulo (1910-2000)**

Ano	% de floresta	% flor. plantada (exótica)	% total
1910	60	–	60
1920	51	–	51
1930	41	–	41
1940	30	–	30
1950	20	–	20
1960	16	–	16
1962	13,7	1,5	15,2
1970	11,25	2,4	13,7
2000	13,9	3,1	17

Fonte: compilado por Castanho Filho (2008).

A preocupação com a conservação da biodiversidade em propriedades privadas é muito relevante porque grande parte dos remanescentes de vegetação natural de quase todos os biomas brasileiros estão em propriedades rurais sob gestão privada. Na Mata Atlântica e no Cerrado, cerca de 90% dos remanescentes estão fora de áreas protegidas (SPAROVEK et al., 2011). Em São Paulo, esse valor é de 75% (RODRIGUES; BONONI, 2008), destacando a importância das áreas privadas no planejamento da conservação em São Paulo.

Diante desse cenário, os principais objetivos para conservação da biodiversidade e conservação da manutenção de serviços ecossistêmicos são garantir a conservação dos remanescentes florestais e investir na restauração da vegetação natural, principalmente localizados em áreas privadas, focando na conexão entre os fragmentos.



## 2.2 PRINCIPAIS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS PARA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL EM SÃO PAULO

No contexto apresentado nos itens anteriores, existe um grande número de políticas e instrumentos econômicos que visam garantir a conservação da biodiversidade e a provisão de bens e serviços ecossistêmicos. Neste item, descreveremos o papel de algumas das principais políticas e instrumentos econômicos existentes no estado de São Paulo, dando destaque ao de maior influência na conservação em áreas privadas. Inicialmente será feito um resgate histórico do Código Florestal e seu papel como principal instrumento regulatório, em seguida, serão detalhadas mais outras duas leis de comando e controle: Lei dos Crimes Ambientais e Lei da Mata Atlântica. Para finalizar, serão mencionados dois exemplos de instrumentos econômicos, iniciativas de pagamentos por serviços ambientais e o ICMS ecológico.

### 2.2.1 CÓDIGO FLORESTAL

O principal instrumento regulatório sobre conservação ambiental em áreas privadas, no Brasil e em São Paulo, é o Código Florestal, estabelecido em 1965, entretanto, desde 1934,<sup>1</sup> o Brasil já possuía uma lei florestal que trazia a ideia de impedir o desmatamento integral dos imóveis rurais: “Art. 23. Nenhum proprietário de matas cobertas poderá abater mais de três partes da vegetação existente”.

A intervenção direta na proteção florestal mesmo em terras privadas é justificada pelo reconhecimento dessas áreas como de interesse comum de todos os habitantes do país pela prestação de serviços de natureza pública. Em 1965, foi editada uma nova versão da lei<sup>2</sup> mantendo as premissas originais: impedindo a ocupação de áreas frágeis, exigindo uma área mínima de conservação da vegetação nativa para garantir o balanço ecossistêmico e encorajando o uso racional das florestas. Essa lei exigia a manutenção de uma área de floresta para garantir suprimentos de carvão e lenha, que eram, na época, importantes fontes de energia em áreas urbanas e rurais. Várias punições eram previstas para os retratores da lei, que incluíam multas e até prisões, porém essas exigências foram pouco respeitadas e cumpridas pela sociedade e também pouco fiscalizadas pelo governo.

A versão de 1965, criou duas obrigações legais em propriedades rurais: as áreas de preservação permanente (APPs) e a reserva florestal (RF). As APPs compreendiam áreas frágeis, como matas ciliares, lagos e lagoas, serras e chapadas, topos de morro e mangues. A proteção para as áreas ripárias variavam entre 5 metros a 150 metros, dependendo da largura do rio. A RF não tinha um tamanho definido, mas os proprietários deveriam manter 20% da propriedade com vegetação natural e nas novas áreas agrícolas só poderia ser desmatado 30% da vegetação, porém, assim como

---

<sup>1</sup> Decreto Federal nº 23.793, de 1934.

<sup>2</sup> Lei Federal nº 4.771, de 1965.



a lei de 1934, a nova versão não foi acompanhada de outros instrumentos ou acordos políticos para garantir seu cumprimento.

Em 1986, uma nova lei<sup>3</sup> ampliou o tamanho mínimo da APP para 30 metros e, nos rios com mais de 200 metros de largura, a APP tornou-se equivalente à sua largura. Em 1989, uma nova lei<sup>4</sup> criou uma regulamentação mais detalhada para a RF, estendendo sua aplicação para o Cerrado, que era até então restrita às áreas florestais. Consequentemente, a *reserva florestal* foi substituída por *reserva legal* e deveria ser averbada na matrícula do imóvel rural. O tamanho da reserva legal foi definido como um percentual de 50% das propriedades nas regiões Norte e Centro-Oeste e 20% para o resto do país. O tamanho da APP foi alterado novamente, agora variando de 30 metros até o máximo de 600 metros, incluindo uma proteção de tamanho diferente para as nascentes, de 50 metros de proteção no seu entorno.

Em 1996, foi editada a primeira<sup>5</sup> de uma série de medidas provisórias que aumentou a proteção do bioma Amazônia, permitindo apenas 20% de desmatamento em regiões com tipologia florestal, ou seja, 80% de reserva legal. A última medida provisória<sup>6</sup> da série foi editada em 2001 e exigiu 80% de reserva legal das áreas de floresta e 35% de Cerrado na Amazônia Legal e 20% de reserva legal nos demais biomas e regiões do país, que inclui a Mata Atlântica e o Cerrado em São Paulo.

De acordo com Hirakuri (2003), apenas entre 1965 e 1998, foram estabelecidos, no Brasil, 84 diferentes instrumentos jurídicos para regular a conservação ambiental e o reflorestamento. As motivações para seu estabelecimento variaram de acordo com o histórico do desenvolvimento econômico e das mudanças nas taxas de desmatamento.

Entretanto todas essas mudanças não foram suficientes para garantir a conformidade com a lei. Estudos mostram que menos de 10% das propriedades alegaram ter a reserva legal e mesmo aquelas que têm não mantêm a área mínima definida por lei (OLIVEIRA; BACHA, 2003). Segundo Irigaray (2007, p. 57), “desde sua instituição, a reserva legal permanece sendo um simulacro de conservação: os proprietários rurais ignoram a limitação administrativa fixada no Código Florestal e o poder público não dispõe de estrutura para induzir o respeito à lei”, mas, como argumentam Alston e Mueller (2007), a baixa adesão não significa que o Código Florestal não é absolutamente obrigatório e não impõe custos sobre os proprietários de terras. Esses autores ressaltam que todos os esforços dedicados pelos proprietários rurais para influenciar mudanças na legislação refletem o reconhecimento de que a legislação cria custos atuais e potenciais.

---

<sup>3</sup> Lei Federal n° 7.511, de 1986.

<sup>4</sup> Lei Federal n° 7.803, de 1989.

<sup>5</sup> Medida Provisória n° 1.511, de 1996.

<sup>6</sup> Medida Provisória n° 2.166, de 2001.



Durante todo esse período, foram promulgadas várias leis em nível estadual que, no geral, eram complementares às leis em nível federal. Uma das mais importantes recentemente é o decreto<sup>7</sup> promulgado em 2009, que regula a manutenção, restauração, regeneração natural, compensação e composição da área de reserva legal das propriedades rurais no estado de São Paulo.

Frequentes reclamações sobre a lei motivaram uma crescente demanda por parte de grupos ligados ao setor rural pela redução das exigências legais do Código Florestal. Um dos principais argumentos é em relação aos custos de adequação. Embora muitos outros países também tenham restrições quanto ao uso de áreas particulares, a reserva legal é excepcional, não só pelos níveis de exigência (de 20% na Mata Atlântica e no Cerrado até 80% na Amazônia), mas também porque os custos devem ser suportados exclusivamente pelo proprietário, embora o benefício tenha características públicas (ALSTON; MUELLER, 2007).

De acordo com o IEA (2009), a total conformidade com a lei (versão anterior), incluindo APP e RL no estado de São Paulo, custaria R\$ 5,6 bilhões de perda de renda, mais R\$ 14,8 bilhões de custos da restauração, somando R\$ 20,4 bilhões, ou seja, 64,4% da riqueza gerada pela agropecuária paulista em 2005.

Apesar da importância para conservação ambiental e do potencial econômico da reserva florestal estarem na agenda de pesquisa (RANIERI, 2004; CASTANHO FILHO, 2008; POMPERMAYER, 2006) com reconhecimento da sua importância como uma ferramenta para conservação da biodiversidade, ainda existem barreiras culturais, regulamentares, técnicas e econômicas para tais exigências legais serem cumpridas pelos proprietários (RODRIGUES, 2007).

Em 2012, depois de muitos anos de discussão no Congresso Nacional e no Senado, a presidenta, na época, Dilma Rouseff aprovou uma nova versão do Código Florestal.<sup>8</sup> As razões subjacentes para a revisão da lei, segundo Sparovek et al. (2012, p. 68), podem ser resumidas como:

*O longo histórico de não conformidade, que envolve um intenso desmatamento, fez com que grande parte dos produtores brasileiros ficasse em situação de ilegalidade;*

*a consciência nacional e internacional sobre a legalidade e as consequências ambientais de uso da terra está aumentando e isso tem colocado o setor agrícola brasileiro em posição vulnerável e desconfortável;*

*o total cumprimento do Código Florestal, se buscado pela restauração da vegetação natural por meio de plantio, seria muito caro; e*

---

<sup>7</sup> Decreto Estadual nº 53.939, de 2009.

<sup>8</sup> Lei Federal nº 12.651, de 2012, com alterações pela Lei Federal nº 12.727, de 2012.



*há uma percepção no setor rural que as restrições ambientais em terras privadas são muito rigorosas e impedem o desenvolvimento da agricultura, e portanto a conservação da vegetação natural deve ocorrer principalmente em terras públicas.*

A nova versão traz várias reduções de exigências e muitos cientistas alertaram para os riscos dessas alterações na lei. Segundo Metzger (2010, p. 276), “simples análises da relação espécie-área projetam a extinção de mais de 100 mil espécies, uma perda massiva que invalidará qualquer comprometimento com a conservação da biodiversidade”.

Os itens a seguir descrevem dois instrumentos criados pelo Novo Código Florestal: o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Plano de Regularização Ambiental (PRA), e as novas regras válidas para o instrumento de reserva legal.

### 2.2.1.1 Cadastro Ambiental Rural (CAR)

O CAR é o registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.<sup>9</sup>

O cadastramento de imóveis surgiu inicialmente nos estados da Amazônia, Mato Grosso e Pará, por volta de 2005, como política estadual com o objetivo de verificar a adequação ambiental dos imóveis rurais ao Código Florestal e ser uma etapa inicial de licenciamento ambiental de atividades rurais. Em uma segunda fase, em 2008, já com o nome de CAR, ele evoluiu como um critério de políticas federais de liberação do crédito rural para produtores de municípios com crédito embargado por serem considerados críticos no combate ao desmatamento da Amazônia. Com o novo Código Florestal, o CAR foi estendido para todo o território nacional e assumiu preeminência como o núcleo de um programa de governança ambiental em terras privadas (MAY et al., 2012).

A ideia do CAR é de concentrar, em uma base de dados única, informações sobre todas as propriedades rurais, com identificação das coordenadas geográficas e da localização das APPs, áreas públicas, áreas de uso restrito, reservas legais, remanescentes de vegetação e áreas consolidadas em cada propriedade (ELLOVITCH; VALERA, 2013).

A inscrição no CAR será obrigatória a todos imóveis e posses rurais e deverá constar a identificação do proprietário ou possuidor rural, a comprovação da propriedade ou posse, a identificação do imóvel por meio de planta e memorial descritivo, contendo a indicação das coordenadas geográficas com pelo

---

<sup>9</sup> Art. 29 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.



menos um ponto de amarração do perímetro do imóvel, informando a localização dos remanescentes de vegetação nativa, das APPs, das áreas de uso restrito, das áreas consolidadas e, caso existente, também da localização da RL.<sup>10</sup>

### 2.2.1.2 Programa de Regularização Ambiental (PRA)

O Programa de Regularização Ambiental (PRA),<sup>11</sup> segundo a nova lei, deve ser criado pela União e pelos estados com o objetivo de adequar posses e propriedades rurais às regras da lei e regularizar proprietários autuados por infração ambiental cometidos até 22 de julho de 2008.

Alguns autores alertam para permissões feitas para incentivar a adesão ao PRA. Segundo Ellovitch e Valera (2013, p. 6), “a ideia do PRA, na teoria, é possibilitar a anistia de multas e a extinção de punibilidade por crimes ambientais, como forma de estimular a regularização das propriedades rurais com intervenções ilícitas em áreas protegidas.”

O novo Código Florestal concedeu um prazo até maio de 2013 para que os estados criassem seus PRAs, porém, apesar de ter vencido, o prazo ainda não está sendo contado porque ainda não foi lançada a regulamentação do PRA em nível federal. Também está dependendo da regulamentação a contagem do prazo para os imóveis rurais se inscreverem no CAR, que é de um ano após o lançamento da regulamentação. Dessa forma, ainda está pendente a aplicação e regulamentação da lei.

### 2.2.1.3 Novas regras para reserva legal

A nova lei ampliou muito a complexidade das regras sobre áreas de conservação em propriedades privadas, incluindo APP e reserva legal. A seguir, serão detalhadas as principais regras atuais para a reserva legal, que são de principal interesse para o objeto desta monografia.

Os percentuais que devem ser mantidos em cada propriedade continuam os mesmos da lei anterior, ou seja, em São Paulo o montante é de 20% tanto para o bioma Cerrado quanto para o Mata Atlântica. As opções de regularização para os proprietários que detinham, em 22 de julho de 2008, área de reserva legal em extensão inferior ao exigido também se mantém praticamente as mesmas:<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Art. 29 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.

<sup>11</sup> Art. 59 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.

<sup>12</sup> Art. 66 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.



- recompor a RL;
- permitir a regeneração natural da vegetação na área de RL; e
- compensar a RL.

Uma primeira diferença é a possibilidade que a recomposição seja realizada com o plantio intercalado, utilizando até 50% de espécies exóticas em sistema agroflorestal. Sem dúvida, o objetivo foi possibilitar a redução dos custos de recomposição (muitas vezes proibitivos) por meio da possibilidade de exploração econômica posterior da madeira.

Outra importante alteração na lei é em relação ao cômputo das áreas de APP no cálculo do percentual de reserva legal do imóvel, transformando o que era exceção na lei anterior em regra geral.<sup>13</sup> Segundo o art. 15:

*Será admitido o cômputo das Áreas de Preservação Permanente no cálculo do percentual da reserva legal do imóvel, desde que o benefício previsto neste artigo não implique a conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo; a área a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação, conforme comprovação do proprietário ao órgão estadual integrante do Sisnama; e o proprietário ou possuidor tenha requerido inclusão do imóvel no Cadastro Ambiental Rural - CAR, nos termos desta Lei.*

Além disso, o cômputo de que trata o *caput* aplica-se a todas as modalidades de cumprimento da reserva legal (regeneração, recomposição e compensação).<sup>14</sup> Sobre a terceira opção de regularização, a compensação, por ser o objeto desta monografia, terá seu funcionamento detalhado no capítulo 3.

Outra novidade dessa lei foi a diferenciação das exigências de acordo com o tamanho dos imóveis rurais.<sup>15</sup> Segundo o art. 67:<sup>16</sup>

*Nos imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até 4 módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12, a reserva legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo.*

---

<sup>13</sup> Art. 15 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.

<sup>14</sup> Art. 15 da Lei Federal nº 12.727, de 2012.

<sup>15</sup> Módulo fiscal é a unidade de medida agrária criada pela Lei nº 6.746/1979, para fins de cálculo do Imposto Territorial Rural (ITR). A extensão é definida para cada município pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), podendo variar entre 5 hectares e 110 hectares.

<sup>16</sup> Art. 67 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.



Ou seja, trazendo a isenção de recuperação de déficits de reservas legais sem vegetação até 22 de julho de 2008, para esses imóveis rurais.

Essa isenção veio responder às solicitações de redução de exigências ambientais para pequenos produtores por um motivo de justiça social, porém, ao estender esse benefício somente levando em conta o tamanho da propriedade sem qualquer preocupação com a condição social do proprietário ou com a possibilidade de desmembramento dos imóveis, esse benefício se esvazia e pode se transformar em prejuízos para a sociedade.

Segundo Ellovitch e Valera (2013), ao permitir o registro de reservas legais em percentual inferior a 20% da área do imóvel e a consolidação de desmates ilícitos, a lei “viola os mandamentos constitucionais de reparação de danos ambientais, de recuperação de processos ecológicos essenciais e a vedação de utilização inadequada de áreas especialmente protegidas.”

Por um lado, essas novas regras foram muito criticadas pelo grande retrocesso em relação às regras anteriores. Por outro lado, a flexibilização das regras (tamanho de APP e reserva legal), como sempre, foi uma demanda de grupos do setor rural e uma desculpa para a não conformidade, traz agora a expectativa de um cenário futuro de maior aplicação e cumprimento do Código Florestal no Brasil, já que, mesmo com as menores exigências da nova lei, a maioria das propriedades rurais ainda continua longe da total adequação à lei.

### 2.2.2 LEI DE CRIMES AMBIENTAIS

A Lei de Crimes Ambientais<sup>17</sup> (LCA) foi publicada em 1998 e é considerada uma grande inovação na combinação brasileira de políticas para conservação, ampliando significativamente a responsabilidade para os infratores ambientais. Apesar do nome, a lei não se restringe às penalidades estabelecidas para os crimes ambientais, mas também aborda violações administrativas e de cooperação internacional (IPEA, 2011).

Seu lançamento foi uma tentativa de aumentar a aplicação do Código Florestal (reserva legal e APP), transformando diversas infrações administrativas em crimes. A lei visa aumentar a capacidade das agências de aplicarem sanções administrativas; estabelece as responsabilidades das empresas por violações ambientais e danos; transforma violações ambientais, como extração ilegal de madeira, em crimes com penas mais elevadas (até R\$ 32 milhões); e fornece procedimentos judiciais mais rápidos para muitos crimes ambientais.

---

<sup>17</sup> Lei nº 9.605, de 1998.



### 2.2.3 LEI DA MATA ATLÂNTICA

Em 2006, foi estabelecida a primeira lei brasileira específica para um único bioma, que ficou conhecida como Lei da Mata Atlântica.<sup>18</sup> O projeto de lei foi proposto em 1992, quatro anos depois de a Mata Atlântica ser reconhecida como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal e gerou 14 anos de debates entre ambientalistas e ruralistas.

A Lei da Mata Atlântica tem o papel de garantir a conservação da vegetação nativa remanescente porque determina critérios de utilização e proteção, além de impor critérios e restrições de uso, diferenciados para esses remanescentes, considerando a vegetação primária e os estágios secundário inicial, médio e avançado de regeneração.

Segundo Calmon et al. (2011), essa lei impõe restrições drásticas sobre qualquer remoção ou degradação de vegetação natural remanescente no bioma. Com a aprovação dessa lei, o bioma passa a ser o único que tem o corte ou a supressão de sua vegetação primária sendo autorizados somente em caráter excepcional, quando necessários à realização de obras, projetos ou atividades de utilidade pública, pesquisas científicas e práticas preservacionistas. Já para vegetações em outros estágios de regeneração, existem outros critérios, mas, de modo geral, a lei torna qualquer tentativa de corte ou supressão mais difícil e exige uma justificativa embasada. Isso porque o bioma sofre grande pressão e a lei busca incentivar ao máximo o uso de áreas já convertidas e a proteção de toda a vegetação remanescente. Dessa forma, a lei foi de grande valia para proteção do bioma ao reduzir consideravelmente o custo de oportunidade da conservação ao praticamente proibir a possibilidade de substituição da vegetação por cultivos agrícolas ou pastagens.

Esse papel é importante porque o Código Florestal é uma lei mais geral feita para ser aplicada em todos os biomas do país e é menos restritiva, portanto não é suficiente em regiões com altos custos de oportunidade médios, como nas Regiões Sudeste e Sul, onde a Mata Atlântica é predominante.

Conforme visto na descrição prévia dos contextos e desafios, a existência de instrumentos de regulação direta existentes em São Paulo e no Brasil não garante que seus objetivos sejam alcançados, especialmente no caso da conservação em áreas privadas onde as decisões são tomadas primariamente com base em considerações de custo-benefício (OOSTERHUIS, 2011).

Assim, diante do fato de que existe um contexto histórico de não conformidade com a legislação que, por sua vez, foi alterada muitas vezes, é necessário considerar o papel de outros instrumentos complementares, a fim de apoiar o cumprimento das metas de conservação em São Paulo. Essa complementação pode ser feita por meio de instrumentos econômicos, discutidos no capítulo 1,

---

<sup>18</sup> Lei Federal nº 11.428, de 2006.



item 1.2. Os principais instrumentos econômicos existentes em São Paulo estão discutidos nos próximos itens.

#### 2.2.4 INICIATIVAS DE PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA)

As iniciativas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) apresentam grande potencial de preencher a lacuna de incentivos financeiros à promoção da conservação em áreas privadas para adequação ao Código Florestal por meio do oferecimento de compensações e pagamentos para contenção da degradação e promoção de atividades de conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas naturais.

Porém sua implementação ainda está dissipada em inúmeras iniciativas dispersas que enfrentam dificuldades de ampliação da escala. Um estudo identificou e avaliou 78 iniciativas promissoras de PSA no contexto da Mata Atlântica (GUEDES; SEEHUSEN, 2011). O estudo mostrou que, apesar de o PSA estar se difundindo rapidamente na região, os principais gargalos para o ganho de escala são: os altos custos tanto de investimentos em atividades de campo quanto de transação relacionados à elaboração e gestão de projetos de PSA; a capacidade técnica das entidades interessadas na elaboração e execução de projetos de PSA; e a falta de compreensão sobre os conceitos-chave e a metodologia de implementação de projetos de PSA.

Santos e Vivan (2012) avaliaram 101 projetos de PSA no Brasil relacionados com água e carbono, sendo 18 no estado de São Paulo. Eles concluíram que os casos analisados funcionam bem localmente, às vezes em nível comunitário, porém, para que gerem impactos de conservação da biodiversidade e redução do desmatamento em escala nacional, será necessário haver maior coordenação de iniciativas, coerência entre instituições e, principalmente, vontade política. Nesse contexto, Von Glehn (2012) alerta para o risco de uniformização de procedimentos e critérios, que não seria uma estratégia adequada. A autora sugere que uma política nacional não inviabilize os projetos em andamento, mas seja flexível, permitindo a coexistência de projetos com características diferentes, que considerem as especificidades das áreas por eles abrangidas e dos serviços ecossistêmicos que se pretende incentivar.

Além dessas questões referentes às iniciativas, o ganho de escala poderia ser alavancado com a consolidação do PSA como política pública por meio da integração (não subordinação) das diversas iniciativas municipais e regionais de programas e projetos de PSA ao programa estadual. Segundo Von Glehn (2011), a coordenação dos esforços das diversas instituições possibilitará maiores avanços no desenvolvimento de estratégias e metodologias e na redução dos custos de monitoramento e avaliação, mas ainda permanece o desafio de como assegurar o alinhamento dos programas e projetos respeitando-se as especificidades locais.



### 2.2.5 ICMS ECOLÓGICO

O ICMS ecológico foi um instrumento econômico criado pelo Brasil que surgiu no nível estadual com o objetivo de encorajar e compensar financeiramente municípios pelas perdas econômicas advindas das restrições ao uso do solo advindas da existência de áreas protegidas no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (MAY et al., 2002).

Seu funcionamento se dá por meio de um critério de distribuição da cota-parte do ICMS a que os municípios têm direito, de acordo com o artigo 158 da Constituição Federal, materializado pela existência, em seus territórios, de mananciais de abastecimento para municípios vizinhos e unidades de conservação ou terras indígenas (LOUREIRO, 2002), dependendo da regulamentação estadual específica.

Apesar de São Paulo ter sido o segundo estado a criar sua lei de ICMS ecológico, hoje ela é considerada desatualizada por não incluir várias categorias de áreas protegidas e excluir as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), ao contrário de outros estados (ROMEIRO et al., 2012).



## 3 MECANISMO DE COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL ENTRE PROPRIEDADES RURAIS

### 3.1 DIREITOS NEGOCIÁVEIS E COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL

Uma das opções para adequação das propriedades rurais com déficit de reserva legal propostas pelo Código Florestal é a compensação em outra propriedade rural. O proprietário rural que desmatou a reserva legal de sua propriedade mais do que o permitido pode compensar seu déficit em outra propriedade que tenha mais vegetação natural do que o exigido por lei.

Na prática, a compensação de reserva legal é uma política do tipo *cap-and-trade*, porém, em vez de ser definido um limite de uso de um recurso ou emissão, é definido um limite de obrigação de conservação, ou seja, um limite mínimo que deve ser deixado sob forma de vegetação natural para fins de conservação ambiental e uso sustentável. Dessa forma, o que deve ser distribuído de forma justa não são os direitos de uso e, sim, os deveres de conservação, quanto cada proprietário deve proteger em sua propriedade. A comercialização, então, é feita sobre cotas de reservas ambientais (CRA), que são as cotas referentes à obrigação de conservação da reserva legal.

O potencial do mecanismo de compensação, como um instrumento de mercado de contribuir em um *mix* de políticas para conservação da biodiversidade, foi recentemente avaliado e recomendado por muitos estudos (SANTOS et al., 2011; BOVARNICK et al., 2010; EFTEC, 2010; BARTON et al., 2011). Sobre o uso da compensação de reserva legal no Brasil, alguns estudos são mais gerais em um contexto de escala nacional (MADSEN et al., 2010; BOVARNICK et al., 2010; EFTEC, 2010; SPAROVEK et al., 2011), outros focam na simulação do instrumento em nível local (CHOMITZ et al., 2005; CHOMITZ, 2004; BERNASCONI; ROMEIRO, 2011) e outros com uma abordagem mais teórica (HERCOWITZ, 2009; BERNARDO, 2010; BARTON et al., 2011).

Em um cenário de total falta de exigência do cumprimento das leis florestais, Hercowitz (2009) aponta que um fator que poderia incentivar a busca pela adequação à reserva legal é a pressão de mercado de compradores de produtos, como soja e algodão, principalmente de produtores rurais exportadores. Quando compradores internacionais exigem algum tipo de padrão ambiental mínimo, que normalmente é a adequação ao Código Florestal, os proprietários se tornam mais propensos a cumprir as exigências com a expectativa de obter preços melhores para seus produtos, mesmo sem a fiscalização pelo governo. Essa posição enfatiza o importante papel do mercado e reflete o que está acontecendo em alguma extensão com produtores de cana no estado de São Paulo.



Na literatura inexistem estudos com dados empíricos que façam análise *ex post* do mercado de compensação de reserva legal, ou seja, análises que estudam o impacto que o instrumento teve em uma região. Em uma análise *ex ante*, simulando o mercado em escala nacional apenas restrito pelo bioma e não pelas fronteiras estaduais, Sparovek et al. (2011) mostram que são necessários 235 milhões de hectares de reserva legal para cumprir o Código Florestal em todo o Brasil (versão antiga), considerando a hipótese otimista de todos os fazendeiros destinarem os remanescentes que ainda existem em suas propriedades para essa finalidade e utilizarem os mecanismos de compensação local para arrematar o que lhes falta nas próprias terras. Faltariam 42 milhões de hectares de vegetação natural para atender às exigências do Código Florestal, ou seja, a compensação poderia solucionar mais de 80% do problema. O mesmo estudo, quando analisou apenas a área do bioma Mata Atlântica, encontrou que o déficit de reserva legal é hoje de 9 milhões de hectares e seria reduzido a zero caso fossem usadas as áreas de excedente de floresta para compensação e não houvesse restrição para os mercados fora dos estados. Isso possibilitaria a proteção legal de 9 milhões de hectares de florestas remanescentes que hoje não possuem proteção e correm risco de desmatamento legal.

Bernasconi e Romeiro (2011) avaliaram o potencial do mercado de reserva legal com o levantamento de déficits e excedentes em um município de Mato Grosso, Marcelândia, e concluíram que o instrumento seria muito útil para auxiliar a adequação de propriedades e poderia resolver pelo menos um terço dos déficits, considerando um mercado somente dentro do município. Isso porque na região a exigência de reserva legal é de 80% (área de floresta na Amazônia Legal) e existiam muitas propriedades utilizando 100% de sua área para produção agropecuária, enquanto outras possuíam 100% de sua área com cobertura florestal sendo exploradas por manejo florestal sustentável.

### 3.2 REGRAS LEGAIS PARA FUNCIONAMENTO DO MECANISMO NO BRASIL

Um aspecto interessante do instrumento de compensação de reserva legal no Brasil é que ele não é uma política separada, e, sim, surgiu incorporado ao Código Florestal durante seu processo de desenvolvimento. A primeira vez que ele apareceu foi em 2000<sup>19</sup>, em uma da série de medidas provisórias sobre o tema, editadas entre 1996 e 2001, a princípio apenas autorizada para a Região Norte e na parte norte da Região Centro-Oeste. A medida provisória relata em seu art. 44: “o proprietário poderá optar [...] pela sua compensação por outras áreas, desde que pertençam aos mesmos ecossistemas, estejam localizadas dentro do mesmo Estado e sejam de importância ecológica igual ou superior a da área compensada.”

Muitas outras versões vieram posteriormente, mas a implementação da compensação foi muito pouco realizada. A nova versão do Código Florestal, aprovada em 2012, trouxe o maior detalhamento sobre o instrumento, criando até um título normativo representativo de um hectare de área com vegetação

---

<sup>19</sup> Medida Provisória nº 1.605-30, de 1998.



nativa, existente ou em processo de recuperação (Cota de Reserva Ambiental – CRA)<sup>20</sup> para facilitar o mercado.

Como explicado no capítulo 2, item 2.2.1.3, o proprietário rural pode escolher três opções para regularizar seu déficit de reserva legal, sendo a terceira delas a compensação de reserva legal. A lei também prevê<sup>21</sup> que as propriedades, desde que inscritas no CAR, com áreas de reserva legal conservada que ultrapassem o mínimo exigido em lei, poderão utilizar a área excedente para fins de constituição de reserva ambiental ou cota de reserva ambiental.

As possibilidades para compensação dadas pelo art. 66, § 5º, Código Florestal, são:

*I – aquisição de Cota de Reserva Ambiental – CRA;*

*II – arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou reserva legal;*

*III – doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária;*

*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.*

Porém a lei esclarece que os critérios para as áreas a serem usadas para compensação são: “I – equivalência em extensão à área da reserva legal a ser compensada; II – estar localizadas no mesmo bioma; III – se fora do Estado, estar localizadas em áreas identificadas como prioritárias pela União ou pelos Estados.”

Em relação às propriedades de até quatro módulos e aos assentamentos da reforma agrária, mesmo que não tenham mais obrigação de recuperação de déficits de reserva legal, podem participar no mercado como ofertantes de CRA já que toda a área de vegetação nativa em sua área, mesmo em percentual menor que 20%, poderá gerar CRA.<sup>22</sup>

Um ponto que merece destaque é o fato de que a possibilidade de compensar a reserva legal em outra propriedade somente vale para propósitos de adequação de desmatamentos passados (ocorridos até 2008), ou seja, não é um mecanismo de *offset* comum já que as medidas de compensação não poderão ser utilizadas como forma de viabilizar a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo.<sup>23</sup>

---

<sup>20</sup> Art. 44 da Lei Federal nº 12.651, de 2012.

<sup>21</sup> Art. 15, § 2º, da Lei Federal nº 12.651, de 2012.

<sup>22</sup> Art. 44, § 4º, da Lei Federal nº 12.651, de 2012.

<sup>23</sup> Art. 15, § 9º, da Lei Federal nº 12.651, de 2012.



### 3.3 DESAFIOS DE DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO ECONÔMICO

Apesar da compensação de reserva legal existir como opção a cerca de 15 anos, o instrumento é muito pouco usado e existe uma taxa de implementação muito baixa em todo o país. Bernardo (2010) verificou que pelo menos 11 estados possuíam em sua legislação estadual a opção de realizar a compensação, apesar de que, em alguns, isso não era efetivamente possível. A autora investigou a implementação do instrumento em três estados (Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná) e encontrou uma adesão muito baixa. A taxa de registro de propriedade no sistema de cadastro rural estadual variou entre 1% e 4% do total das propriedades, e a taxa das propriedades que fizeram compensação de reserva legal representou entre 7% e 9% das propriedades registradas.

Algumas das possíveis razões para baixa taxa de implementação pode ser a falta de demanda para esse mercado, devido à baixa pressão de fiscalização para cumprimento dos requisitos de reserva florestal. Além disso, o antigo Código Florestal exigia que a compensação fosse feita dentro da microbacia hidrográfica e do mesmo bioma. Isso possivelmente trazia grandes limitações espaciais e, portanto, restrições para o mecanismo de mercado que deve ser impulsionado por diferenciais de custo de oportunidade entre comprador e vendedor. Como apontado por Sparovek et al. (2012), havia geralmente uma falta de excedente de terra com vegetação natural elegíveis para compensação nas bacias hidrográficas onde os déficits ocorrem.

Além do potencial dos instrumentos, existem muitos pontos de atenção que devem ser levados em conta no desenho do instrumento para melhor implementação.

Os itens seguintes trazem breve avaliação das questões envolvendo o desenho e a implementação do instrumento utilizando quatro critérios: efetividade para conservação da biodiversidade, custo-efetividade, legitimidade e impactos distributivos e fatores institucionais.

#### 3.3.1 EFICÁCIA PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

A compensação de reserva legal pode melhorar a eficácia da conservação da biodiversidade criando incentivos para que os esforços de restauração sejam concentrados e haja a promoção da conectividade entre os fragmentos. Isso porque poderá permitir que a reserva florestal seja alocada onde é mais relevante para melhor cumprir as funções ecossistêmicas que a ela pode desempenhar, como promoção da melhoria da quantidade e qualidade da disponibilidade hídrica, proteção do solo contra erosão e também *habitat* para espécies de fauna e flora.

O instrumento também permite que o planejamento seja feito em nível de paisagem, por meio da consolidação de atividades agrícolas em áreas abertas e do aumento da quantidade de áreas de florestas sob a proteção da lei. Como apontam Sparovek et al. (2012), a redução das exigências de conservação estritamente dentro de cada propriedade, combinada com a proteção de uma área em



outra propriedade com compensação, pode promover o desenvolvimento onde a agricultura poderá se aproveitar das atuais áreas agrícolas enquanto contribui para a proteção de áreas remanescentes de vegetação natural ainda não protegidas.

Porém a demanda que permite a existência e estimula o mercado de compensação é criada pela exigência de áreas mínimas de reserva legal e de diferenças nos custos de oportunidade entre compradores e vendedores (BARTON et al., 2011). Assim, a eficácia da conservação ambiental da escala mínima sustentável por meio desse sistema depende da exigência do cumprimento desse limite de reserva legal (VATN et al., 2011). Portanto, o mecanismo de mercado por si só não traz garantia de proteção ambiental já que se não houver a combinação com políticas de comando e controle e fiscalização, não existirá a demanda pelo mercado.

Outro detalhe importante sobre a implementação para garantia da eficácia é o escopo do mercado. A versão atual do Código Florestal permite que sejam usadas para compensação áreas que estejam fora do estado, desde que estejam localizadas em áreas identificadas como prioritárias pela União ou pelos estados e no mesmo bioma. Dado que o Brasil é dividido em seis extensos biomas, isso significa que os produtores rurais poderão compensar seu déficit com áreas que estão localizadas a milhares de quilômetros de distância de suas propriedades rurais. Como resultado, grande parte da compensação irá se estabelecer em locais onde a pressão para o desmatamento é baixa, e pouco tenderá a se estabelecer em regiões que apresentam expansão das áreas agrícolas ou em áreas consolidadas onde a compensação poderia contribuir mais efetivamente para proteção da biodiversidade (SPAROVEK et al., 2012).

Porém é conferida aos estados a escolha de permitir a compensação fora dos limites dos seus territórios e é uma decisão que deve ser tomada levando-se em conta os objetivos de conservação de cada estado em seu contexto e não por razões meramente políticas. Em São Paulo, o governo sinaliza<sup>24</sup> que irá restringir o mercado de compensação somente dentro do estado para garantir uma área mínima de reserva legal que garanta a proteção ambiental e incentive o reflorestamento para aumento da cobertura de vegetação natural do estado.

### 3.3.2 CUSTO-EFETIVIDADE DO MECANISMO

A relação custo-efetividade do instrumento é sua principal característica citada pela literatura. Isso porque ela tem o potencial de incentivar a preservação de remanescentes florestais, criando valor para eles e reduzindo os custos de oportunidade de sua manutenção por meio da remuneração de proprietários rurais que mantiveram áreas de floresta nativa.

---

<sup>24</sup> Helena Carrascosa von Glehn, Coordenadora de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo – em comunicação pessoal, dezembro de 2012.



O potencial de redução de custos com o uso do instrumento de compensação enfrenta, de certa forma, um *trade off* em relação à efetividade ecológica. Conforme colocado por Chomitz (2004), quanto maior o escopo do mercado de negociação das compensações de reservas legais, maior a chance de melhores resultados econômicos. Isso porque, por um lado, em um escopo maior, maiores as possibilidades de diferenças nos custos de oportunidade entre as propriedades e, então, menores serão os custos de oportunidade totais do cenário. Por outro lado, áreas menores de abrangência da compensação provavelmente melhoram a viabilidade do monitoramento ambiental e aumentam a homogeneidade da vegetação.

Sparovek et al. (2011) apontam que caso exista um mercado consolidado de compensação de reserva legal, a floresta valerá mais que a opção tradicional atual que se dá por desmatamento seguido de produção extensiva de gado e baixa lucratividade por área. O valor da floresta também pode ser reforçado por outros instrumentos potenciais como Pagamentos por Serviços Ambientais e Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), que podem ser complementares à compensação.

### 3.3.3 LEGITIMIDADE E IMPACTOS DISTRIBUTIVOS

Em relação à legitimidade e aos impactos distributivos do mecanismo de compensação de reserva legal, é importante analisar o impacto da exigência de reserva legal em diferentes tipologias de produtores rurais. Estudando esse assunto com produtores em uma microbacia, Fasiaben et al. (2011) concluíram que é importante garantir que as políticas de conservação promovam uma distribuição mais equitativa dos custos da conservação entre os diferentes agentes da sociedade. Seus resultados destacaram o potencial de uso da reserva legal como alternativa econômica para pequenos produtores de baixa tecnologia, tendo em vista o processo de envelhecimento que esse tipo de produtores enfrenta e a consequente busca de alternativas de baixo uso de mão de obra. Já, para os citricultores, fica claro que a melhor opção seria a compensação fora da propriedade, e prioritariamente fora da microbacia, uma vez que aí predominam terras de elevada aptidão agrícola, com elevado custo de oportunidade.

Segundo Kaechele (2007), ao determinar linearmente que todas as propriedades devem ter a mesma quantidade de reserva legal, o Código Florestal determina, simultaneamente, a escala e a distribuição, e assim penaliza alguns e favorece outros em função das condições de cada propriedade. A autora aponta que a proposta de flexibilização da alocação das reservas legais com a compensação fora da propriedade visa tornar a distribuição mais justa do percentual do recurso natural (terra) a ser usada para produção em cada propriedade.

A isenção para recuperação da reserva legal conferida pelo novo Código Florestal para propriedades de até quatro módulos fiscais foi introduzida com o objetivo de reduzir o impacto econômico da adequação ambiental a produtores rurais mais carentes e menos capitalizados. Isso foi visto por muitos



como uma conquista social, porém outros autores alertam para uma concorrência desleal em favor do degradador, como observado por Ellovitch e Valera (2013):

*o produtor rural que cumpriu a lei recuperou, demarcou e averbou sua reserva legal, teve uma diminuição de área produtiva, realizou gastos que oneraram seu produto e deverá manter os 20% de área de reserva legal conservados. Já o produtor degradador que deixou de cumprir a lei até 22 de julho de 2008, não recuperou áreas de vegetação nativa, evitou despesas e aumentou sua área produtiva, gozará do benefício de constituir reserva legal em percentual menor do que o definido como regra geral.*

O potencial de participação dos produtores de até quatro módulos no mercado de compensação de reserva legal é um tema que demanda estudos mais avançados que possam beneficiar esse grupo de produtores. Algumas das principais questões envolvem o tamanho da oferta de áreas potenciais desse grupo, a viabilidade econômica de eles participarem desse mercado, quais as necessidades em termos de apoio técnico e operacional que esse grupo teria para participar do mercado e quais as adaptações institucionais necessárias para viabilizar sua participação.

O estudo de Gonçalves et al. (2009) aponta que, em regiões onde a atividade pecuária tem baixa produtividade, os impactos econômicos e sociais das obrigações de reserva legal podem até ser positivos, caso seguidos de políticas públicas que ajudem a melhorar a qualidade de vida de populações rurais de baixa renda. Isso porque essas regiões têm um custo de oportunidade muito baixo e podem ser usadas para ser destino das compensações e isso pode trazer transferência de renda para essas populações.

### 3.3.4 RESTRIÇÕES E OPÇÕES INSTITUCIONAIS

Algumas das maiores preocupações sobre a implementação da compensação de reserva legal estão relacionadas às questões institucionais. Apesar das oportunidades potencialmente promissoras apresentadas pelo mecanismo de compensação, Fearnside (2000) observa que o Brasil enfrenta consideráveis problemas de implementação e fiscalização das leis que garantam sua eficácia e não levem a resultados perversos. Esses problemas podem incluir dificuldades na regulação e monitoramento de áreas compensadas, a falta de diretrizes claras quanto ao que determina uma "equivalência ecológica" na escolha de áreas adequadas para compensações, e a falta de uma autoridade em cada estado, para julgar o mérito de casos individuais (MADSEN et al., 2010).

O sucesso da compensação de reserva legal está vinculado a uma boa estrutura institucional dos órgãos responsáveis por sua implementação. Analisando aspectos de secretarias estaduais de meio ambiente e dados empíricos de três estados brasileiros, Bernardo (2010) concluiu que aquelas que detinham maior eficiência em seus aspectos organizacionais (sistema de informações completo, sistema integrado de padronização e bons processos de comunicação internos e externos) foram as que atingiram maior número de cadastros de propriedades em seus sistemas de monitoramento e também as que tiveram maior número de compensações entre propriedades.



O papel do governo também é um ponto de atenção, pois a utilização de instrumentos econômicos fundamentados em mercado parece levantar expectativas de um papel reduzido do estado em comparação a outros instrumentos chamados *tradicionais* ou *comando e controle*, que são caracterizados como regulatórios. O estado é, no entanto o ator central na concepção e implementação de políticas públicas que visam a um objetivo predefinido (como a definição do limite de reserva legal, por exemplo) e esse papel pode ser expresso por meio de práticas materialmente identificáveis, como o monitoramento, a manutenção de infraestruturas ou a alocação de subsídios, ou por meio de práticas mais imateriais, como campanhas institucionais de comunicação, discursos de conscientização e difusão de normas e estruturas cognitivas (BROUGHTON; PIRARD, 2011).

Conforme mostrado por EFTEC (2010), é essencial que mecanismos de trocas, como compensação de reserva legal, sejam desenvolvidos lado a lado com a regulamentação adequada e a criação de capacidades administrativas adequadas, já que o produto desses mecanismos vem inteiramente das regulações que o estabelecem, ou seja, sem a exigência do cumprimento da reserva legal por meio de fiscalização entre outras medidas não existe mercado de compensação de reserva legal.

De fato, após estudar vários instrumentos econômicos e mecanismos financeiros e suas limitações e oportunidades, Vatn et al. (2011) concluíram que, em todos os sistemas, as instituições governamentais têm papel fundamental, não apenas definindo direitos de propriedade ou cotas-limite, mas também funcionando como comprador e garantindo que os serviços serão entregues. Além disso, instituições públicas podem ser necessárias para contornar problemas de *free-rider*, ou aproveitadores de mercado. Os autores observaram que não é possível apenas "deixar o problema" para os mercados, as próprias autoridades públicas frequentemente têm que criar os mercados e ainda prover suporte e estabelecer programas públicos para mantê-los.



## 4 POTENCIAL DA COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Como apontado por Drechsler e Watzold (2009), mercados de créditos negociáveis certamente não são uma panaceia para conservação da biodiversidade, porém eles podem melhorar as políticas atuais sob certas circunstâncias ecológicas e socioeconômicas específicas. O objetivo desta monografia é avaliar se o estado de São Paulo tem essas circunstâncias ecológicas e socioeconômicas que possam fazer a compensação de reserva legal um instrumento útil para complementar a combinação de políticas para conservação.

### 4.1 METODOLOGIA

Para responder às perguntas elencadas na introdução, foi feito um estudo empírico com dados do estado de São Paulo e a metodologia foi dividida em quatro etapas:

Estimativa e mapeamento da situação de demanda e oferta para o mercado de compensação de reserva legal.

Cálculo da distribuição espacial dos custos de oportunidade do uso do solo.

Desenho e simulação de cenários de adequação à reserva legal em diferentes combinações de instrumentos e restrições de mercado.

Análise e comparação do custo-efetividade ecológica dos cenários.

O detalhamento da metodologia e dos dados utilizados em cada uma dessas etapas será feito nos próximos itens. Os *softwares* usados neste estudo foram: *Marxan with Zones v.2.1*, para alocação das reservas legais, e *ArcView v.9.2*, *Quantum GIS v1.7.3* e *GRASS v.6.4.2*, para demais análises envolvendo dados especializados.

#### 4.1.1 ESTIMATIVA E MAPEAMENTO DA SITUAÇÃO DE DEMANDA E OFERTA PARA O MERCADO DE COMPENSAÇÃO DE RESERVA LEGAL

A base de dados utilizada foi a do Censo Agropecuário Estadual da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA-SP), chamada Levantamento Censitário de Unidades de Produção – Lupa (SÃO PAULO, 2008) disponibilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). Sua unidade de levantamento é a unidade de produção agropecuária (UPA), que é definida como “conjunto de propriedades agrícolas contíguas e pertencentes ao(s) mesmo(s) proprietário(s);



localizadas inteiramente dentro de um mesmo município, inclusive dentro do perímetro urbano; com área total igual ou superior a 0,1ha; não destinada exclusivamente para lazer” (SÃO PAULO, 2008).

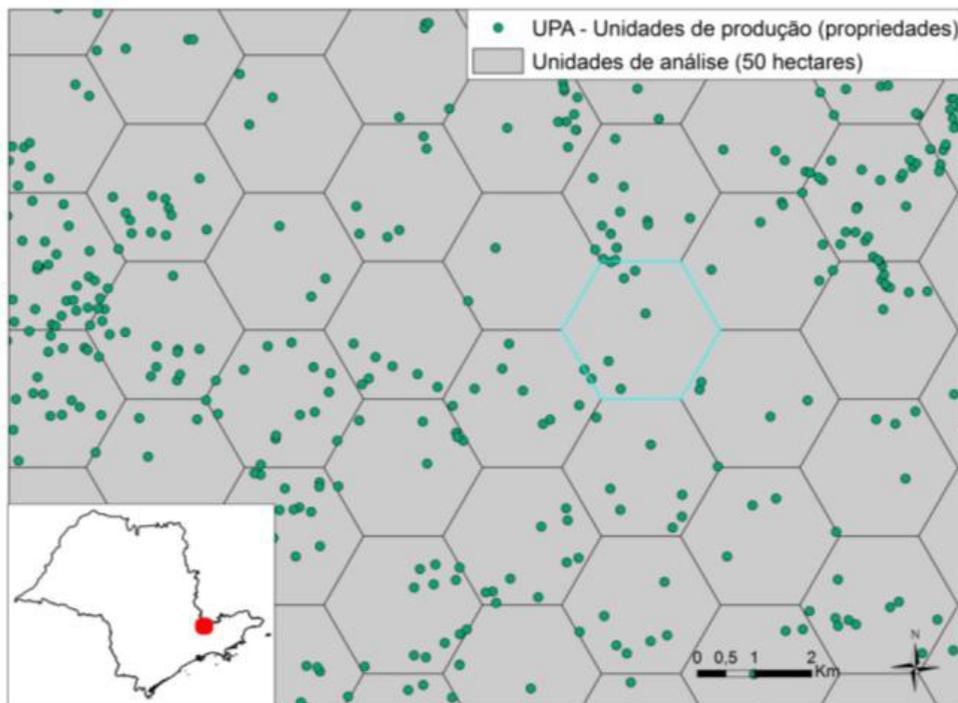
O Lupa possui, em seu banco de dados, declarações dos produtores rurais acerca das áreas de vegetação natural e das áreas de brejo ou várzea presentes em suas UPAs, entretanto o Lupa não especifica se a área de vegetação natural se refere à área de proteção permanente ou a reserva legal, nem se as áreas de brejo ou várzea estariam ou não preservadas. Por esse motivo, considerou-se como área de vegetação natural o somatório das variáveis *vegetação natural* e *vegetação de brejo e várzea* declaradas pelos produtores ao Lupa.

O primeiro passo, após a organização do banco de dados, foi calcular a área de vegetação natural em cada UPA do estado de São Paulo, em seguida, calculando o déficit e a excedente em relação aos 20% exigidos pela legislação para os biomas da Mata Atlântica e Cerrado. Como não estava disponível uma malha hidrográfica em escala estadual com o detalhamento necessário para se calcular a APP por UPA, no cálculo de déficit e excedente, foi considerada a vegetação natural como a somatória de APP e RL, conforme a regra vigente pelo Novo Código Florestal, explicada no capítulo 2, item 2.2.1.3.

Devido a requisitos de confidencialidade, as mais de 320 mil UPAs foram agregadas utilizando uma grade de hexágonos gerados aleatoriamente no *software* ArcGis, de 500 hectares cada, representando cada hexágono como uma unidade de análise, resultando em 50.600 unidades de análise (figura 3).



Figura 3 – Detalhe mostrando a agregação das UPAs em unidades de análise (hexágonos de 500 hectares cada)



Fonte: elaboração do autor.

Devido às questões de confidencialidade e de conceituação na construção do banco de dados, não foi possível separar os imóveis rurais de até quatro módulos fiscais do banco de dados para diferenciar a aplicação do percentual de reserva legal como exige a legislação. Dessa forma, para efeitos deste estudo, todas as UPAs foram consideradas como tendo o dever de ter 20% de reserva legal e o direito de ofertar no mercado apenas o excedente desse montante. Para facilitar a diferenciação entre área de vegetação natural não protegida e área de vegetação natural protegida como reserva legal e facilitar a escrita, este trabalho considerará a segunda como apenas reserva legal.

Portanto, este trabalho considerou que cada UPA deve manter 20% de área de vegetação natural como reserva legal, como *proxy* do exigido por lei, que é cada imóvel rural deve manter 20% de reserva legal.

Para melhor representação da heterogeneidade do estado de São Paulo também em relação à distribuição da oferta e demanda de reserva legal, foram elaborados cálculos e mapas que mostram a



distribuição regional desses déficits e excedentes, assim, como a quantificação deles por Unidade de Gerenciamento Hídrico (UGHRI).

#### 4.1.2 CÁLCULO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CUSTOS DE OPORTUNIDADE DO USO DO SOLO

Para calcular o custo de oportunidade da conservação das novas reservas legais, foi usado o valor da terra nua (VTN)<sup>25</sup> por hectare, um banco de dados que traz três valores de terra nua (máximo, mínimo e médio) para cada categoria e para cada grupo de município (Escritórios de Desenvolvimento Rural – EDR) (SÃO PAULO, 2012). Para possibilitar a espacialização dessa base de dados, foi feita uma análise considerando várias informações secundárias.

- EDR: no primeiro passo, um mapa com os EDRs foi obtido por meio do agrupamento dos municípios em cada EDR.<sup>26</sup>
- Categorias: no segundo passo, foi buscado um mapa que ilustrasse as categorias de terra correspondentes às da base de dados de VTN. O mapa que mais se aproximou foi o de aptidão agrícola, produzido pelo Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola (BRASIL, 1979). Como esse mapa somente estava disponível em formato impresso (não digital), procedeu-se, então, a digitalização dos grandes grupos de aptidão agrícola para o formato de *shapefile*, e, no segundo passo, foi feita a correspondência entre as categorias de aptidão do IEA e do mapa de aptidão agrícola, de forma a melhor combinar as descrições de ambas.
- Preços mínimos, médios e máximos: para aproveitar o detalhamento das três classes de preços de terra nua do banco de dados de VTN (mínimos, máximos e médios), foi assumido que essa variação de preços também está correlacionada com a proximidade de infraestrutura e com a declividade do terreno, ou seja, em uma mesma EDR e em uma mesma categoria de terra quanto mais próximo de estradas e quanto mais plano, maior será o preço da terra. Para representar essa acessibilidade, a distância a estradas e rodovias e a declividade foram usadas como *proxy*. A espacialização dessa informação foi feita por meio da geração de um mapa de custo de distância, que calcula quão distante cada ponto no mapa está das estradas, sendo que os rios foram tratados como barreiras e a fricção do terreno foi definida como o quadrado da declividade em graus. Esse mapa foi gerado por meio do módulo *r.cost* do GRASS

<sup>25</sup> O valor da terra nua reflete o preço de mercado da terra, coletado por município e apresentado por grupos de municípios por meio de Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) e por diferentes categorias. Descrição da metodologia. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/ni1/Precor\\_Sistema\\_Sobre.aspx?cod\\_sis=8](http://ciagri.iea.sp.gov.br/ni1/Precor_Sistema_Sobre.aspx?cod_sis=8)>.

<sup>26</sup> Tabela com a divisão de municípios por EDR. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/distrib.php>>.



GIS 6.4.2, que é especializado para esse tipo de cálculo. Com o mapa resultante, os preços de terra médios, máximos e mínimos foram distribuídos da seguinte forma: os preços mínimos foram atribuídos aos 25% da área mais distante da infraestrutura e com maior declividade; os preços máximos foram atribuídos aos 25% da área mais próxima à infraestrutura e com menor declividade; e os valores médios de preços de terra nua foram atribuídos à área restante com distâncias e declividades intermediárias.

Após o mapeamento dos três critérios por meio de informações secundárias como explicado acima, as informações do banco de dados de VTN do ano de 2012 (mês de junho) foram espacializadas para constituir o mapa de custo de oportunidade médio por hectare do solo no estado de São Paulo (figura 4). O mapa resultante foi utilizado como critério econômico de custo de oportunidade no cálculo de custo-efetividade ecológica de cada cenário (descrito no item 4.1.4).

**Figura 4 – Esquema explicativo dos passos para composição do mapa de custo de oportunidade**



Fonte: elaboração do autor.

### 4.1.3 DESENHO E SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE ADEQUAÇÃO À RESERVA LEGAL EM DIFERENTES COMBINAÇÕES DE INSTRUMENTOS E RESTRIÇÕES DE MERCADO

Após o cálculo de déficit e excedentes, foram criados três cenários para simular a adequação aos percentuais exigidos de reserva legal (20%). Em cada cenário, foram testadas diferentes configurações de políticas e restrições de mercado para alocação das novas reservas legais, visando suprir o déficit por bioma.

Dois dos cenários simulam a alocação pelo mercado por meio de soluções de alocação quase ótimas e parte do cálculo, que será detalhado nos próximos itens, foi feito usando o *software* Marxan with Zones



(WATTS et al., 2009; BALL et al., 2009). Marxan é o *software* mais usado no mundo para planejamento de conservação ambiental e também é usado como ferramenta de suporte à decisão em problemas complexos de conservação em paisagens terrestres e aquáticas (WATTS et al., 2009).

A função de otimização do Marxan usa algoritmos heurísticos que resultam em múltiplas soluções alternativas quase ótimas, em vez de utilizar algoritmos exatos (que só resultam em uma solução ótima). Esse algoritmo é combinado com o uso de uma técnica de *recozimento simulado* (*simulated annealing*, em inglês) que oferece uma maneira de contornar limitações de algoritmos heurísticos convencionais, tornando-se um algoritmo mais útil para fins de planejamento de conservação (WATTS, 2013).

O Marxan foi escolhido para este trabalho porque ele:

- *é capaz de encontrar soluções de alocação de reserva legal a custos mínimos, que representa o comportamento esperado do mercado; e*
- *tem a capacidade única de prover múltiplas soluções quase ótimas para atender as metas de conservação (LESLIE et al., 2003), que são maneiras mais realistas de simular a atuação de um mercado.*

Apesar de a otimização entre várias metas para diferentes critérios ser uma das funções essenciais do Marxan, nos cenários foi selecionada uma meta fixa para quantidade de reserva legal em cada bioma. Nesse caso, o Marxan realizou a alocação espacial dessa meta de acordo com as restrições por diferentes critérios espaciais (restrições do mercado diferentes em cada cenário) com a condição de minimizar os custos totais de cada cenário.

#### 4.1.3.1 Cenário 1 – Comando e Controle

Este cenário simula a adequação às exigências de reserva legal fundamentado apenas no instrumento de comando e controle, ou seja, sem nenhuma possibilidade de compensação ou uso de outro instrumento econômico. Isso significa que toda a área de déficit de reserva legal nesse cenário deverá ser reflorestada na própria UPA.

**Alocação das novas reservas legais:** foi feita nas áreas de déficits das unidades de análise (hexágonos) que foram consideradas como “novas reservas legais”. As áreas de excedente de reserva legal nas UPAs não foram consideradas porque a simulação foi feita sem a possibilidade do mercado nesse cenário. Pelo mesmo motivo, nesse cenário, não foi utilizada a alocação pelo Marxan.

**Composição dos custos:** o cálculo do custo de oportunidade desse cenário foi feito multiplicando as áreas de déficit em cada unidade de análise (hexágonos) pelo custo de oportunidade médio por hectare da região em que as áreas se localizavam.



#### 4.1.3.2 Cenário 2 – *Policymix* atual

Este cenário simula a adequação à reserva legal, incluindo a opção de compensação entre as UPAs. Ele reflete a atual situação de combinação de políticas no Brasil, com a exigência de 20% de reserva legal pelo instrumento regulatório do Código Florestal e o instrumento de compensação, permitindo o mercado de reserva legal, apenas restrito pelo bioma.

Nesse caso, a demanda do mercado é formada pelos déficits de reserva legal em cada bioma e a oferta é composta pelo excedente de área de vegetação natural acima dos 20%. Como as áreas de excedente em São Paulo não são suficientes para compensar todo o déficit do estado, o déficit líquido deve ser compensado por áreas em restauração, que podem ser alocadas na mesma UPA que possui o déficit ou em outra UPA.

**Alocação das novas reservas legais:** foi feita em duas etapas, em um primeiro passo, toda a área de excedente de reserva legal nas unidades de análise (hexágonos) em cada um dos dois biomas foi considerada como usada para compensação dos déficits. Essas áreas compõem a primeira parte das novas reservas legais desse cenário. A área de déficit líquido, ou seja, o déficit total menos a área compensada pelos excedentes, deve ser recuperada dentro ou fora da UPA, portanto tiveram sua alocação pelo mercado simulada por meio do Marxan. Para isso, os valores de déficit líquido em cada bioma foram usados como meta para novas reservas legais e a área disponível para alocação foi definida como a área total de cada bioma, excluindo as áreas urbanas, os corpos d'água, os remanescentes florestais existentes e as áreas protegidas existentes. O mapa com a área disponível para seleção pelo Marxan tinha dois atributos: o custo de oportunidade (por hectare) e o tipo de bioma (Mata Atlântica ou Cerrado). O Marxan, então, alocou as novas reservas legais, buscando minimizar o custo total para atingir as metas em cada bioma, simulando o comportamento do mercado. O resultado trouxe 100 possíveis soluções de alocação das novas reservas legais com os menores custos de oportunidade.

**Composição dos custos:** o custo de oportunidade total desse cenário foi composto do custo de oportunidade de proteção do excedente de reserva legal usado para compensação mais o custo de oportunidade das áreas a serem restauradas selecionadas pelo Marxan para as novas reservas legais.

#### 4.1.3.3 Cenário 3 – *Policymix* proposto

A ideia deste cenário é propor um novo instrumento, visando restringir o mercado para garantir que as novas reservas legais a serem restauradas sejam alocadas nas áreas prioritárias para conservação/restauração (biota), para melhorar a efetividade ecológica da compensação. Para isso, foi simulada a inclusão de uma restrição que exige que as áreas a serem restauradas para compensação sejam alocadas apenas em áreas mais prioritárias para conservação/restauração, categorias 5 a 8 definidas pelo biota.



**Alocação das novas reservas legais:** nesse cenário, foram repetidas as duas etapas do cenário anterior: em primeiro lugar, a alocação de parte do déficit nas áreas excedentes e, em segundo lugar, a alocação pelo Marxan do déficit líquido nas áreas a serem restauradas de menor custo de oportunidade. A única diferença, nesse cenário, foi a inclusão de uma nova restrição nas áreas disponíveis para alocação pelo Marxan. Somente as com categoria de prioridade entre 5 e 8 (mais prioritárias) foram disponibilizadas para alocação, e as áreas das demais categorias foram excluídas. As metas de novas reservas legais permaneceram as mesmas do cenário anterior, e o critério de otimização de custos também. Da mesma forma, o resultado trouxe 100 possíveis soluções de alocação das novas reservas legais com os menores custos de oportunidade com a nova restrição colocada.

**Composição dos custos:** o custo total do cenário foi calculado da mesma forma que o anterior (custo de oportunidade das áreas de proteção do excedente de reserva legal mais o custo de oportunidade das áreas a serem restauradas definidas pelo Marxan para as novas reservas legais).

O termo utilizado foi “novas reservas legais” mesmo para áreas de vegetação natural remanescente que estão como excedente florestal nos cenários 2 e 3 porque, apesar de já existirem e cumprirem sua função ecológica, elas não estão legalmente protegidas com reserva legal e como são áreas de excedente podem estar sujeitas a desmatamento legal.

Nos cenários onde a compensação é permitida (2 e 3), os proprietários com déficits têm duas opções de acordo com o Código Florestal: compensar a reserva legal em outras propriedades com florestas excedentes ou compensar em propriedades que estão fazendo reflorestamento acima dos 20% exigidos de reserva legal. A segunda opção é especialmente importante em estados, como São Paulo, onde a área do excedente é menor do que a área de déficits e a restauração é necessária para permitir o cumprimento da meta total. No que se refere à importância ecológica, uma área remanescente é, na maioria das vezes, mais rica em biodiversidade e no provimento de funções ecológicas do que uma nova floresta plantada.

A fim de melhorar a estimativa e minimizar o erro na avaliação de custo do reflorestamento e para beneficiar a opção de proteção dos remanescentes de áreas excedentes que não são protegidos por lei, foi usada nas simulações a premissa de que a opção de alocar os déficits em uma área de excedente de reserva legal será sempre preferível à opção de alocar em uma área de restauração. Assim, os modelos de simulação primeiro alocaram os déficits nas áreas excedentes disponíveis e, em seguida, alocaram o restante dos débitos em áreas a serem restauradas.

#### 4.1.4 CÁLCULO DE CUSTO-EFETIVIDADE ECOLÓGICA

A análise de custo-efetividade é muito utilizada na avaliação de impacto de programas e políticas públicas. Seu objetivo é comparar os custos para atingir um dado resultado e seu cálculo se dá dividindo os custos pelas “unidades de efetividade”. Diferente das análises custo-benefício que dividem custos



pelo valor econômico dos resultados (portanto R\$/R\$), esse método compara custos com efetividade (R\$/unidade de efetividade), portanto não requer o uso de técnicas de valoração para estimar valores econômicos dos benefícios esperados. Esse método é muito utilizado em avaliações de procedimentos de saúde, por ser difícil a valoração econômica de benefícios na saúde (CELLINI; KEE, 2010).

Por esse motivo, essa ferramenta foi utilizada neste estudo para avaliar o custo de cada hectare de novas reservas legais alocadas em áreas prioritárias, sem a necessidade de valoração.

Para avaliação do custo-efetividade ecológica de cada cenário, foram utilizados dois critérios: custo de oportunidade e efetividade ecológica de cada cenário.

Para o cálculo do primeiro critério, custo de oportunidade do cenário, foi usada a fórmula a seguir:

Custo total do cenário	=	Custo de oportunidade das áreas excedentes	+	Custo de oportunidade das áreas restauradas
------------------------	---	--	---	---

Em que:

**Custo de oportunidade das áreas excedentes:** a área de reservas legais excedentes foi multiplicada pelos VTN correspondentes à categoria do IEA descrita como “terra de campo: terra com vegetação natural, primária ou não, com possibilidades restritas de uso para pastagem ou silvicultura, cujo melhor uso é para o abrigo da flora e da fauna”, que têm valores variando de acordo com a região do estado. Essas são as áreas excedentes que serão compradas para compensar os déficits de outras UPAs. Seu custo de oportunidade é muito menor do que o do outro componente porque apesar de serem florestas excedentes elas estão protegidas pela Lei da Mata Atlântica, e sua supressão total é muito difícil de ser autorizada pela sua importância.

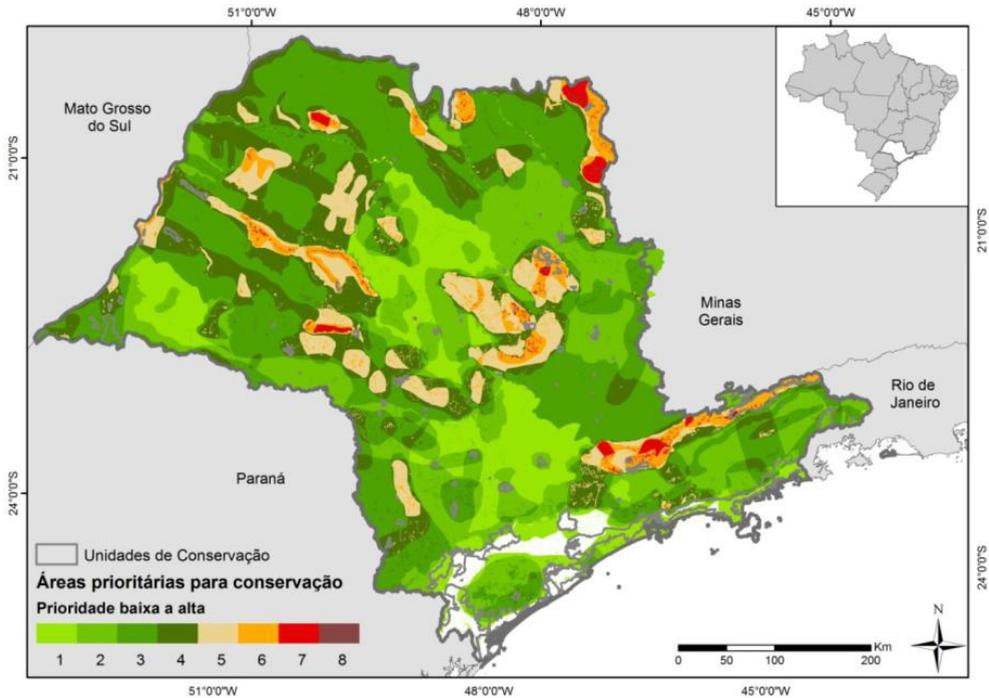
**Custo de oportunidade das áreas a serem restauradas:** esse custo corresponde ao custo de oportunidade das áreas que serão restauradas para compensação dentro ou fora da UPA com déficit. Ele foi calculado usando as áreas de novas reservas legais selecionadas pelo Marxan multiplicadas pelo custo de oportunidade por hectare do mapa de custo de oportunidade, descrito no item 4.2.2. Como explicado anteriormente, esse valor equivale apenas ao custo de oportunidade de uso daquela área e não inclui os custos de recuperação da área.

Para o cenário 1, todo o déficit de reserva legal será recuperado na própria UPA, portanto as áreas excedentes em outras UPAs não serão consideradas e seu custo de oportunidade não será somado ao custo do cenário.



Como critério de efetividade ecológica para representar as melhores áreas para alocação das novas reservas legais sob o ponto de vista ecológico, foi escolhido o mapa de áreas prioritárias para restauração da biodiversidade em SP (biota) (figura 5).

**Figura 5 – Áreas prioritárias para restauração da biodiversidade em São Paulo**



**Fonte: Metzger e Rodrigues (2008).**

Esse mapa foi produzido por um grupo de cientistas brasileiros por meio do Programa Biota, financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Ele é resultado da sistematização de mais de 10 anos de pesquisa, que incluem mais de 151 mil registros de 9.405 espécies, bem como os parâmetros da paisagem estruturais e índices biológicos de mais de 92.000 fragmentos de vegetação nativa (JOLY et al., 2010).

O mapa apresenta uma variação de prioridade entre 0 e 8. Essa priorização foi baseada no número de recomendações feitas por especialistas pesquisadores do estado de São Paulo divididos em equipes de grupos taxonômicos e mais a avaliação de uma equipe de ecologia de paisagem. Quanto maior o número de grupos ou espécies que habitam a área que se beneficiariam de ações de restauração maior a pontuação. As decisões foram baseadas particularmente na ocorrência de espécies-chave e



em algumas características de estrutura de paisagem, como áreas fragmentadas e conectividade (JOLY et al., 2010).

Esse mapa foi escolhido como critério porque, além de compilar vários anos de pesquisa, ele guia, no momento, as prioridades de conservação para formuladores de políticas e para profissionais da área. Até 2010 foram publicados quatro decretos e 11 resoluções estaduais em São Paulo que incluíam as recomendações explícitas feitas por esse mapa (JOLY et al., 2010).

Quanto maior a categoria de prioridade, maior a importância ecológica e essa escala foi usada para medir a efetividade ecológica das áreas selecionadas como novas reservas legais. Para isso, foi considerado como critério para verificar a efetividade ecológica de cada cenário o número de hectares de novas reservas legais alocados nas categorias 5 a 8 (maiores prioridades).

Efetividade ecológica do cenário	=	Área total (em hectares) de novas reservas legais alocadas em áreas prioritárias para conservação/restauração da biodiversidade (categorias 5 a 8)
----------------------------------	---	--

Por fim, a fórmula usada para calcular o custo-efetividade ecológica foi:

Custo-efetividade ecológica do cenário	=	Custo de oportunidade do cenário
		Efetividade ecológica do cenário

O esquema da figura 6 ilustra os passos e critérios de cada cenário.



Figura 6 – Esquema demonstrativo com o resumo dos cenários

Déficit	Floresta - 1.496 mil ha		Cerrado – 801mil ha			
Políticas / Regras	Comando e controle – toda UPA com 20%		Policymix atual Comando e controle + mercado		Policymix proposto: Comando e controle + mercado restrito:	
Implicação	Cada UPA deve restaurar seu déficit		Déficit pode ser compensado em outra UPA (com excedente ou em restauração), no mesmo bioma		Déficit pode ser compensado em outra UPA (com excedente ou em restauração), no mesmo bioma e em áreas de maior prioridade	
Forma de adequação das novas reservas legais	100% restaurado		Compensação nas áreas excedentes	Compensação em áreas que devem ser restauradas	Compensação nas áreas excedentes	Compensação em áreas que devem ser restauradas
	1.496	801	762	166	762	166
Alocação das novas reservas legais						
			MARXAN – Áreas no mesmo bioma com os menores custos de oportunidade		MARXAN – Áreas prioritárias no mesmo bioma com os menores custos de oportunidade	
Cálculo do custo de oportunidade			VTN – Categoria “Terra de campo” 		VTN – Categoria “Terra de campo” 	
Cálculo da efetividade ecológica						
	Categorias 5 - 8		Categorias 5 - 8		Categorias 5 - 8	

Fonte: elaboração do autor.

## 4.2 RESULTADOS

### 4.2.1 ANÁLISE DA OFERTA E DEMANDA POR RESERVA LEGAL NO ESTADO

Os resultados mostram que, considerando a área total de UPA no estado de São Paulo, cerca de 13% está coberta por vegetação natural. Isso significa que, se a área rural do estado fosse uma propriedade única, teria um déficit de 6,7% de reserva legal, cerca de 1,3 milhão de hectares.

A área de déficits de reserva legal das UPAs soma cerca de 2,3 milhões de hectares (tabela 2). Desses, 1,5 milhão de hectares de déficit é de UPA localizada na área de Mata Atlântica e 800 mil de UPAs localizadas no bioma Cerrado. Por outro lado, as UPAs do estado apresentam total de 930 mil hectares de reserva legal excedente, distribuídos da seguinte forma: 762 mil hectares em áreas de Mata Atlântica e 166 mil hectares em áreas de Cerrado. Isso significa que mesmo que toda área de reserva legal excedente seja usada para compensar os déficits ainda restariam cerca de 1,3 milhão de hectares de déficit, sendo 734 mil hectares em UPA na Mata Atlântica e 635 mil hectares em UPA no Cerrado.



Tabela 2 – Quantidade de déficits e de excedentes de reserva legal em UPA no estado de SP

Biomass	Reserva legal (mil hectares)		
	Déficits	Excedentes	Déficit líquido
Mata Atlântica	1.496	762	734
Cerrado	801	166	635
<b>Total – SP</b>	<b>2.297</b>	<b>928</b>	<b>1.369</b>

Fonte: elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.

Essa área de déficit líquido deverá ser restaurada na própria área da UPA com déficit ou em outra UPA, por meio de compensação. Os dados mostram que as UPAs em área de Mata Atlântica possuem um déficit maior, porém tem um excedente relativamente maior, o que deixa o bioma com uma relação de 1:2 (um hectare de excedente para dois hectares de déficits), enquanto as áreas de Cerrado têm um déficit total menor, mas uma área de excedente muito menor, com uma relação de 1:5 (um hectare de excedente para cinco hectares de déficit).

Como explicado na metodologia, a análise considerou que todas as UPAs deveriam manter a reserva legal na mesma meta de 20% devido a restrições nos dados usados apesar da legislação isentar as propriedades de até quatro módulos de recuperação de déficits. O módulo fiscal em São Paulo varia entre 5 e 40 hectares e tem média de 20 hectares (LANDAU et al., 2012), e, portanto, uma propriedade de até 80 hectares em média está isenta de recuperação de reserva legal e está isenta de déficit. Estima-se que, no estado de São Paulo, cerca 20% da área total seja de UPA de até 50 hectares (SÃO PAULO, 2008).

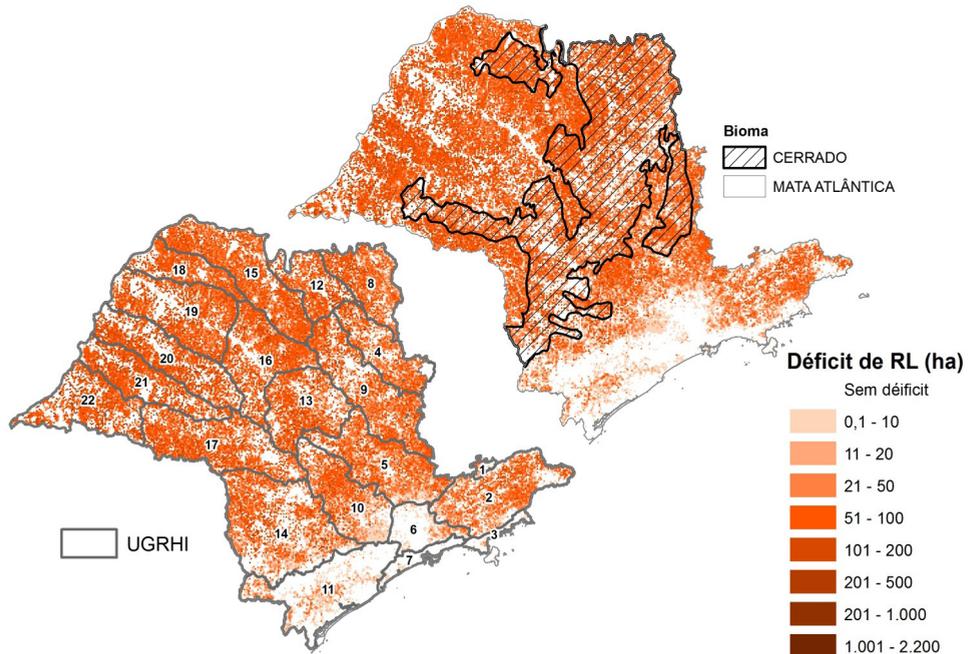
A distribuição da vegetação é muito desigual entre as diferentes regiões do estado. Algumas áreas estão totalmente cobertas por vegetação natural, enquanto outras possuem 100% destinadas à produção agropecuária. Essas áreas de déficits e excedentes estão distribuídas de forma muito desigual pelo território do estado. Os mapas nas figuras 7 e 8 apresentam a distribuição das áreas de excedente e déficits pelo estado, por unidade de análise e os números no mapa representam as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) e por biomas.

As UGRHIs constituem unidades territoriais “com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos”<sup>27</sup> e, em geral, são formadas por partes de bacias hidrográficas ou por um conjunto delas. Para se obter melhor estimativa da distribuição espacial dos déficits e excedentes de reserva legal, foram calculados os valores por UGRHI (figura 9).

<sup>27</sup> Art.20 da Lei Estadual n.º 7.663, de 30/12/1991.



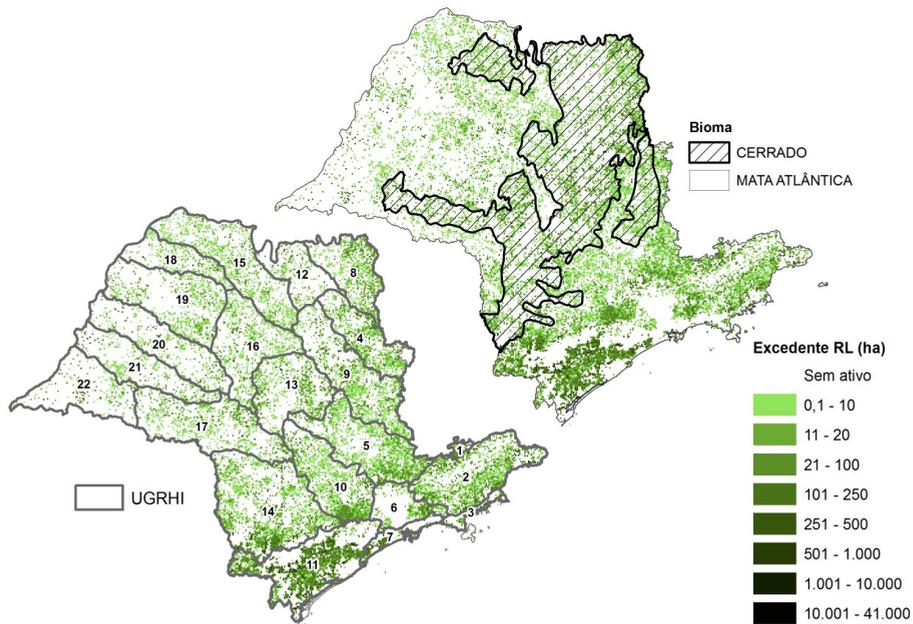
Figura 7 – Distribuição de déficits de reserva legal no estado de São Paulo, por unidade de análise



Fonte: elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.



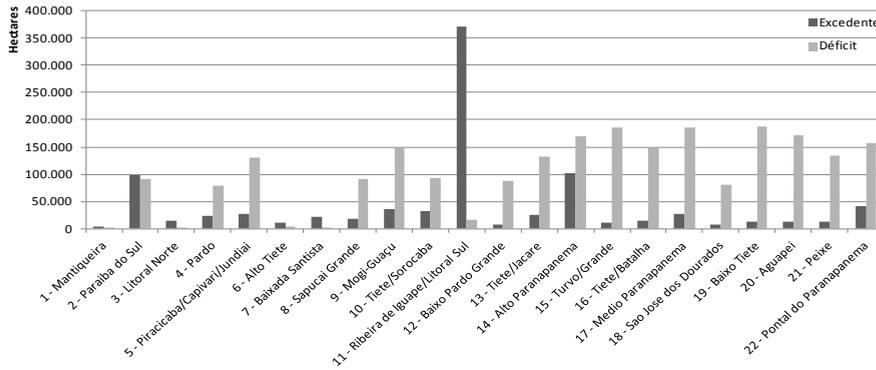
Figura 8 – Distribuição de excedente de reserva legal no estado de São Paulo, por unidade de análise



Fonte: elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.



Figura 9 – Gráfico com distribuição de excedentes e déficits por UGRHI



Fonte: elaboração da autora a partir dos resultados desta pesquisa.

Os resultados mostram que a maior parte das UGRHIs tem uma quantidade de déficit maior que a de excedente, acompanhando a média estadual, porém quatro delas têm mais excedente que déficit: Mantiqueira, Paraíba do Sul, Litoral Norte e Ribeira de Iguape/Litoral Sul, sendo que essa última sozinha concentra 40% de toda a área de excedente no estado.

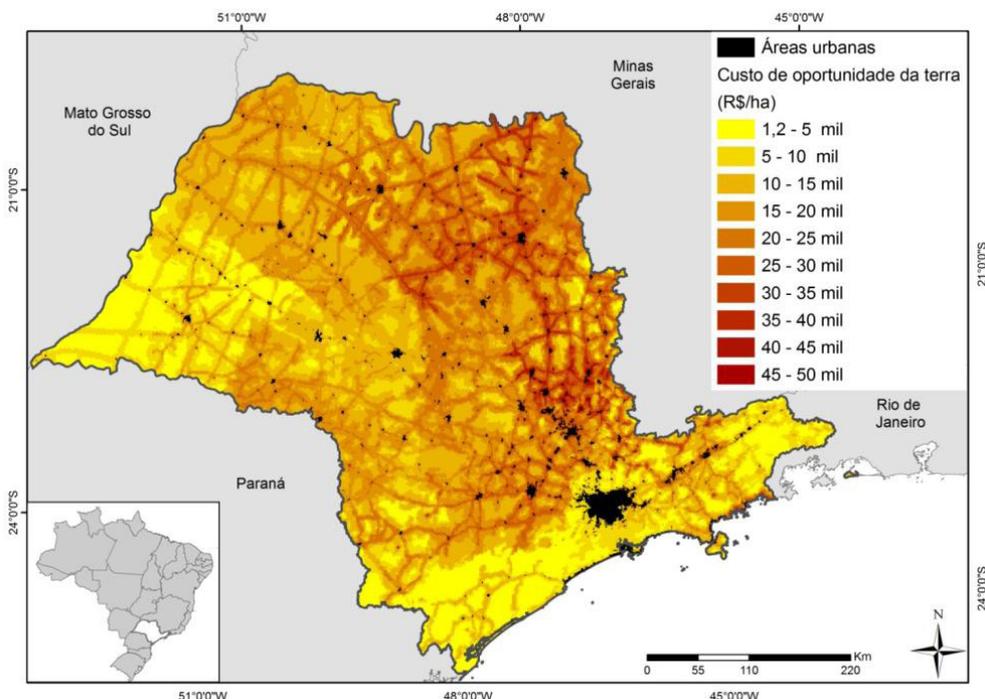
#### 4.2.2 CUSTO DE OPORTUNIDADE

O mapa de custos de oportunidade de uso da terra resultante apresenta custos variando entre R\$ 1,2 mil a R\$ 50 mil por hectare. O mapa a seguir (figura 10) ilustra a distribuição dos custos de oportunidade por hectare médios no estado de São Paulo.

Os valores de custo resultantes dessa distribuição espacial são fundamentados em uma *proxy* de custos de oportunidade de potenciais retornos agrícolas e não estão previstos os valores potenciais advindos de uso econômico da reserva legal que podem ser obtidos nas propriedades.



Figura 10 – Distribuição dos custos de oportunidade da terra em São Paulo



Fonte: elaboração da autora, com base em VTN (IEA, 2012), modelo de elevação (SRTM-GLCF), estradas (IBGE), áreas urbanas (Embrapa).

#### 4.2.3 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO DE ALOCAÇÃO DA RESERVA LEGAL

Nos três cenários, a área total identificada como déficit de reserva legal foi considerada conforme a legislação e com o incremento desse mesmo montante considerado como “novas reservas legais”. O cenário 1 (comando e controle) foi o que teve o maior custo total, no valor de R\$ 37 bilhões. O cenário 2, com a inclusão da possibilidade de compensação da reserva legal, resultou em um custo de R\$ 8,9 bilhões, e o cenário 3, com a inclusão da restrição maior ao mercado de compensação, teve um custo total de R\$ 17,4 bilhões (tabela 3). Esses valores não representam o valor que os proprietários terão que pagar para se adequarem (comprando as cotas de reserva legal). Eles são apenas uma *proxy* dos custos de oportunidade da terra e não incluem os custos de transação e custos de recuperação, por exemplo. O mais importante é a comparação relativa entre os cenários, e não o valor absoluto.



Tabela 3 – Resultados de custos de oportunidade totais e médios para os três cenários analisados

Novas reservas legais					
Adequação usando	Bioma	Área (mil ha)	Custos totais (milhões R\$)	Custos médios (R\$/hectare)	
Cenário 1 – Comando e controle – somente reflorestamento	Mata Atlântica	Não considerado	x	X	
	Cerrado	Não considerado	x	X	
	Mata Atlântica	1.496	21.351	14.272	
	Cerrado	801	15.701	19.601	
	Total	2.297	37.052	16.130	
Cenário 2 – <i>Policymix</i> atual – mercado restrito ao bioma	Mata Atlântica	762	2.642	3.466	
	Cerrado	166	1.121	6.743	
	Mata Atlântica	734	5.137	3.753	
	Cerrado	635			
	Total	2.297	8.900	3.874	
Cenário 3 – <i>Policymix</i> proposto – mercado restrito ao bioma e às áreas prioritárias	Mata Atlântica	762	2.642	3.466	
	Cerrado	166	1.121	6.743	
	Mata Atlântica	734	13.675	9.992	
	Cerrado	635			
	Total	2.297	17.438	7.591	

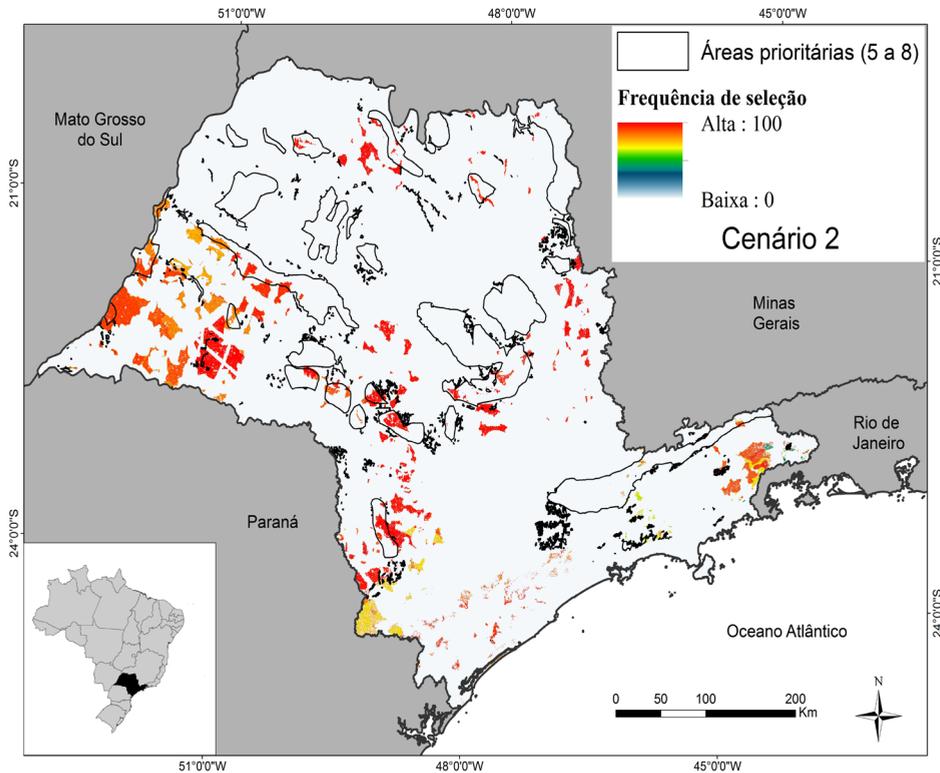
Fonte: elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.

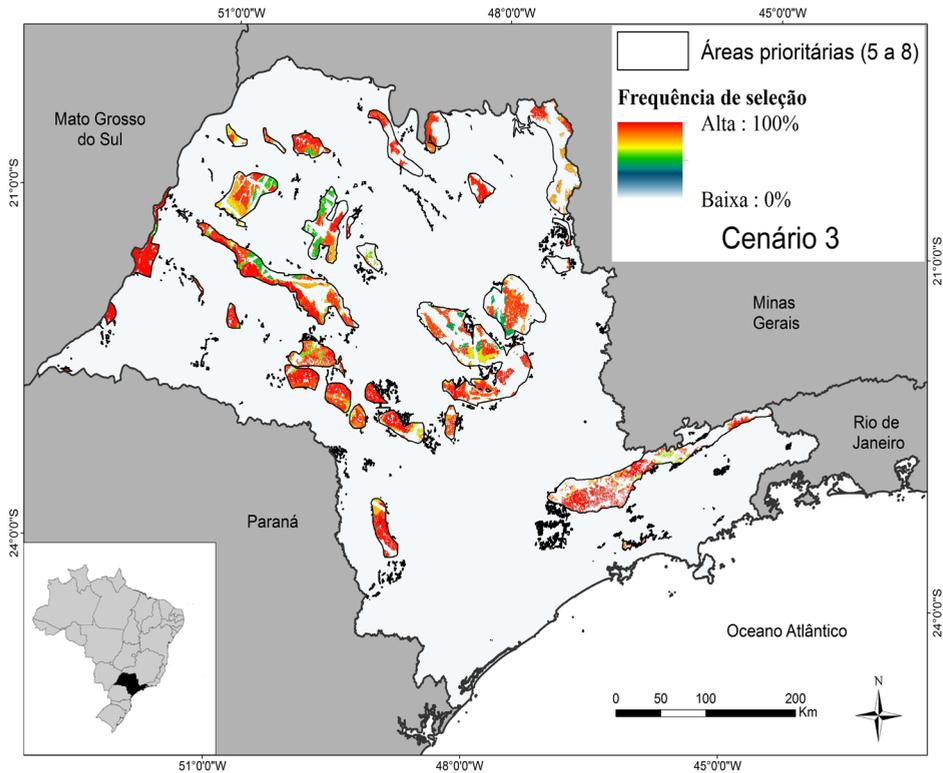


Outro resultado importante são os custos de oportunidade médios por hectare em cada cenário. No primeiro, com a recuperação na própria área, o custo médio por hectare ficou em R\$ 16 mil, no cenário 2, ficou em R\$ 3,8 mil e no cenário 3, em R\$ 7,5 mil.

Os custos calculados para o segundo e terceiro cenários refletem o resultado de melhor alocação calculado pelo Marxan, considerando os menores custos possíveis com as restrições elencadas (*best run*), porém é esperado que a solução real de resultado de mercado não seja a solução ótima. Por essa razão, é interessante analisar a frequência de seleção de cada área alocada como novas reservas legais, entre as 100 possíveis soluções fornecidas pelo Marxan.

**Figuras 11a e 11b – Frequência de seleção de novas reservas legais nos cenários 2 e 3, respectivamente**





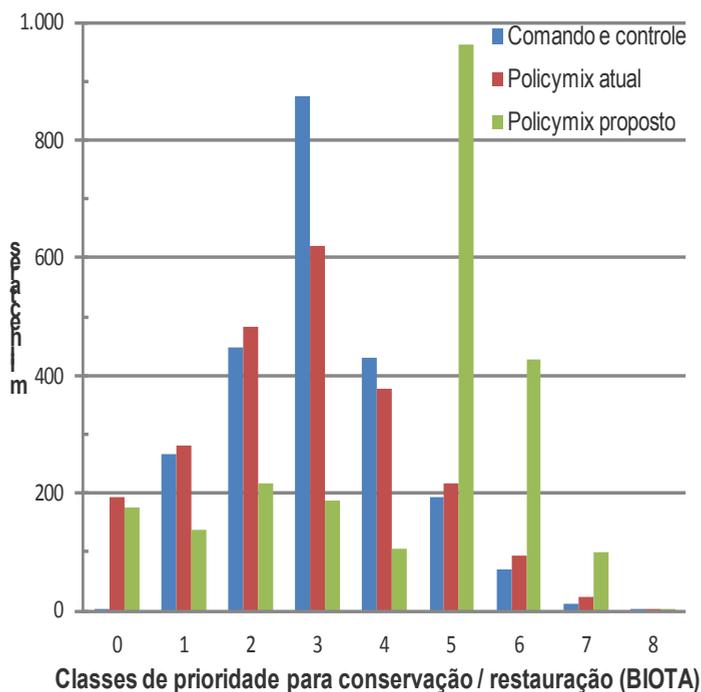
**Fonte:** elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.

Nas figuras 11a e 11b, é possível visualizar que as áreas selecionadas no cenário 2 estão concentradas em poucas áreas com grande frequência de seleção na parte oeste e leste do estado de São Paulo, e, em algumas áreas, na região central. Já, o cenário 3 apresenta uma frequência um pouco mais distribuída em diferentes regiões. Além disso, outro fato interessante de notar é que do 1,37 milhão de hectare selecionado nos dois cenários para restauração, apenas 218 mil (16%) são áreas coincidentes, ou seja, foram selecionadas em ambos os cenários na melhor alternativa que o Marxan calculou (*best run* – menor custo).

Quanto à representação das novas reservas legais em relação às categorias de prioridade do biota, o cenário 1 teve 38% das novas reservas legais concentradas na prioridade 3, e 19% nas prioridades 2 e 4 (figura 12). Somente 12% das novas reservas legais desse cenário foram alocadas nas classes de prioridades máximas (5 a 8).



Figura 12 – Alocação potencial das novas reservas legais em relação às prioridades do biota



Fonte: elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.

O cenário 2, por um lado, teve resultado parecido em relação à quantidade de reservas legais alocadas nas áreas de prioridade 5 a 8 (14%), mas teve uma pior distribuição nas outras classes, aumentando o montante de áreas alocadas na classe de prioridade zero, de 0,1% para 9%. Por outro lado, o cenário 3 resultou em mais de 64% das novas reservas legais localizadas nas áreas de maior prioridade.

Em relação aos custos, comparado com o cenário 1 (Comando e Controle), o *Policymix* atual mostrou uma redução em custos de 76%. O *Policymix* proposto também mostrou redução, porém menor, de 53%.

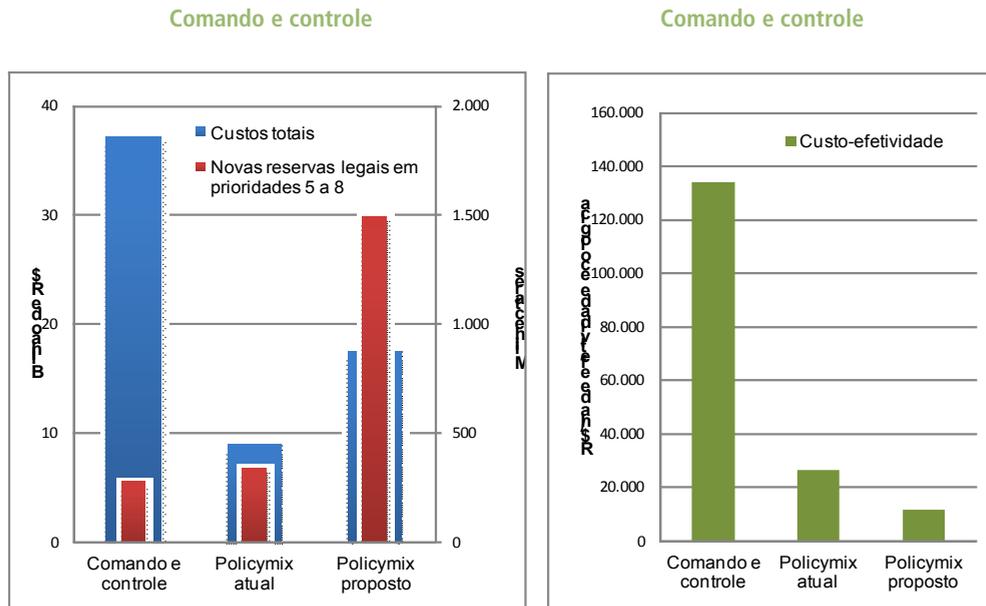


#### 4.2.4 COMPARAÇÃO DO CUSTO-EFETIVIDADE ECOLÓGICA DOS CENÁRIOS ANALISADOS

O cenário Comando e Controle apresentou os maiores custos e a menor efetividade ecológica dos três cenários, e sua relação custo-efetividade ecológica foi a maior dos três cenários, cerca de R\$ 134 mil/ha efetividade ecológica. O cenário *Polycymix* atual avançou pouco na efetividade ecológica, porém apresentou grande redução dos custos, resultando em uma relação custo-efetividade ecológica de R\$ 26,4 mil/ha efetividade ecológica, uma redução de 507% em relação ao cenário Comando e Controle (figuras 13a e 13b).

Já o cenário 3, *Polycymix* proposto, apresentou maiores custos que o cenário 2, mas mesmo assim ainda teve cerca de metade dos custos do cenário Comando e Controle. Por outro lado, sua efetividade ecológica foi a maior dos três cenários, mais de três vezes maior que o cenário Comando e Controle e *Polycymix* atual. Sua relação custo-efetividade ecológica, portanto, foi a melhor dos três, cerca de R\$ 11,7 mil/ha efetividade ecológica, cerca de 11 vezes maior que a do Cenário Comando e mais que o dobro do cenário 2, *Polycymix* atual.

Figura 13a e 13b – Gráficos de custo, efetividade ecológica e de custo-efetividade ecológica dos cenários



Fonte: elaboração da autora a partir de resultados desta pesquisa.



## DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o instrumento de compensação de reserva legal reduz a relação de custo-efetividade ecológica da adequação de reserva legal e tem um alto potencial de tanto reduzir os custos de adequação ambiental às metas de reserva legal quanto de alocar as novas áreas de reserva legal de forma a atingir uma melhor efetividade ecológica.

A inclusão do instrumento econômico, permitindo a flexibilidade de alocação de reserva legal em um mercado restrito ao bioma reduziu em 76% os custos de oportunidade da adequação ambiental comparada com o cenário Comando e Controle, onde a recuperação deve ser feita na própria UPA. Indo além, apesar da inclusão de uma restrição ao mercado, focando nas áreas prioritárias ter feito os custos quase dobrarem de valor ao comparado com o cenário do mercado restrito somente pelo bioma (*Polycymix* atual), o *Polycymix* proposto ainda apresentou custos de oportunidade 50% mais baixos que o cenário de Comando e Controle.

Além de ter o custo de oportunidade de adequação mais alto e o resultado com menor efetividade ecológica, o cenário de Comando e Controle teve a desvantagem de deixar 762 e 166 mil hectares de vegetação remanescente de Mata Atlântica e Cerrado, respectivamente, sem a proteção legal por meio da reserva legal, ou seja, esse cenário entre os três foi o que resultou em uma maior área de vegetação natural (considerando as restauradas), porém as áreas de excedente, caso não sejam valorizadas por meio do seu uso para compensação, podem sofrer um alto risco de desmatamento. Essas áreas geralmente são áreas marginais com baixo custo de oportunidade ou áreas com custos de oportunidade mais altos, mas que ainda não foram desmatadas por falta de capitalização ou outro motivo, porém elas são cruciais para conservação da biodiversidade remanescente e muito importantes por suas funções ecológicas na paisagem. Além disso, o reflorestamento de extensas áreas para adequação ambiental em outras regiões pode deslocar a demanda por áreas para uso alternativo (agrícola ou pecuária) e essas áreas com vegetação natural podem sofrer uma crescente pressão por desmatamento.

A proposta de inclusão de uma restrição ao mercado, utilizando como critério as áreas prioritárias definidas pelo biota simulada no cenário 3, apresentou ganhos de efetividade de conservação substancialmente grandes relativamente ao aumento dos custos, o que leva a conclusão dele ser a opção de melhor custo-efetividade ecológica para adequação às metas de reserva legal em São Paulo.

De acordo com os resultados da frequência de seleção, as áreas selecionadas para novas reservas legais nos cenários 2 e 3 têm pouca sobreposição. Esse resultado indica que as áreas mais prioritárias são também as com o custo de oportunidade mais alto e um mercado restrito apenas pelo bioma tem um potencial de produzir um resultado que não reflete completamente as prioridades de conservação. O resultado ilustra também a importância de um *mix* de políticas que combinem instrumentos de



mercado e instrumentos regulatórios para regularem os mercados, já que as forças de mercado tenderão a selecionar e reforçar uma distribuição tendenciosa da distribuição de áreas para conservação ambiental nas áreas agrícolas marginais (com baixo custo de oportunidade).

O cenário proposto no estudo (cenário 3, *Polycymix* proposto) aponta uma possibilidade de critério de restrição que pode, especificamente, focar as áreas prioritárias sem trazer muito aumento para os custos e sem inviabilizar as possibilidades de mercado, porém existe a necessidade de mais estudos que possam simular a inclusão de outros critérios de restrição que possam focar em outras prioridades de conservação e restauração, além de estudos que incluam os custos de transação e de recuperação.

Os custos de transação não foram considerados neste estudo, e eles podem variar de acordo com o cenário e com a complexidade das regras estabelecidas. O cenário 1, apesar de ter o maior custo de oportunidade final de adequação ambiental para os proprietários e para a sociedade, provavelmente é o de menor custo de transação, já que não envolve a criação do novo mercado de CRA e nem tudo que ele demandará em termos de regulamentações, sistemas operacionais etc. Geralmente maiores restrições impostas ao mercado podem levar a maiores custos de transação. No caso do cenário 3, a restrição, visando maior efetividade ecológica, pode dificultar a comercialização dos excedentes porque pressupõe que devem ser identificados quais excedentes estão em áreas prioritárias, que dependendo de como o mecanismo for desenhado pode elevar os custos de transação.

Outra ressalva a ser feita é em relação aos custos de restauração florestal. Nos cenários 2 e 3, o déficit líquido das novas reservas legais que não puderam ser compensadas pelas áreas excedentes deve ser restaurado, porém, no cálculo do custo do cenário, só foi considerado o custo de oportunidade das áreas a serem restauradas e o custo de restauração não foi incluído. Isso foi feito porque ainda não são regulamentados por lei os detalhes sobre os critérios que a restauração deve ter para poder ser considerada válida para geração da CRA, e algumas questões ainda estão em discussão no nível estadual e federal. Por isso, o levantamento de custos dessa opção torna-se muito difícil, porque a metodologia escolhida e o histórico de degradação da área podem fazer os custos de reflorestamento variarem entre R\$ 1,2 mil (semeadura direta) e R\$ 33 mil (plântio de mudas) por hectare (RODRIGUES et al., 2009).

Um ponto a ser destacado em relação às áreas de excedente florestal é que, para que elas sejam passíveis de geração de CRA e para serem usadas para compensação de reserva legal, é necessário que o imóvel rural possua a documentação fundiária completa (titulação). Algumas regiões que possuem grande concentração de excedente florestal, como o Vale do Ribeira, apresentam muitos problemas na documentação da terra. Como não há um mapeamento da situação da titulação das terras em nível estadual, não foi possível considerar isso na análise, portanto é possível que algumas áreas de excedentes consideradas tenham dificuldades de gerar CRA e estejam superestimadas.



Outra limitação do estudo é em relação aos valores usados para calcular os custos de oportunidade. O único dado disponível em escala estadual que possuía detalhamento por região e por tipo de uso da terra é o de VTN, porém esse valor é obtido por meio dos preços médios das transações comerciais registradas em cartório e sabe-se que muitas vezes são registrados valores menores que os reais para que o imposto a pagar seja menor. Dessa forma, é possível que a base de VTN tenha valores subestimados, e, portanto, que os valores de custo de oportunidade também estejam subestimados. Como o mais importante é a comparação inter-regional e não os valores absolutos, esse fato não compromete a análise relativa entre as regiões.

As conclusões dos resultados de simulação desse estudo podem não ser aplicadas a outros estados e biomas do Brasil já que o país tem uma diversidade grande de contextos econômicos, ecológicos e sociais. Como a regulamentação deve ser feita em nível estadual, para uma melhor abordagem dessa diversidade de contextos, novos estudos empíricos devem ser realizados em outros estados para simularem possíveis impactos e subsidiarem as definições para essas regulamentações.

Os resultados mostraram um excelente potencial do instrumento de compensação de reserva legal combinado à legislação de comando e controle para a redução do custo-efetividade da adequação à reserva legal, porém alguns pontos de atenção devem ser destacados na implementação do instrumento de compensação. Eles podem ser resumidos em três aspectos principais. Primeiro, a escolha entre um mercado com escopo amplo e pouca regulação e entre um mercado restrito e muito regulado deve ser considerada com muito cuidado. Como o estudo mostra, a implementação de um instrumento de mercado sem regulação pode reduzir os custos de adequação ambiental sem, porém, trazer junto um resultado mais efetivo ecologicamente. Por outro lado, caso os critérios sejam muito restritos (como no Código Florestal anterior que exigia que a compensação ocorresse na mesma microbacia), podem reduzir a heterogeneidade de custos de oportunidade e reduzir as possibilidades de escolha por meio do mercado, fazendo que se percam as margens necessárias para incentivar e manter os intermediários interessados em fazer o mercado funcionar.

Um segundo ponto são as restrições institucionais que instrumentos de mercado desse tipo requerem e os custos associados. O governo federal deve prover, por meio de regulamentação, uma melhor definição de critérios gerais para que os órgãos estaduais possam então delinear suas regulamentações tendo uma base mais clara, principalmente em relação às formas de funcionamento do mercado, ao papel do estado como intermediador, ao papel das bolsas de comercialização etc. Por sua vez, para o sucesso do mecanismo, os órgãos estaduais devem assumir o protagonismo como promotores do mercado e, principalmente, como reguladores e como responsáveis pelo monitoramento do mercado. Alguns estados já desenvolveram sistemas locais de gestão de dados das propriedades que se mostraram fundamentais para permitir o planejamento da conservação e uso do solo, principalmente para garantir que os custos de transação da compensação não sejam proibitivos para os proprietários. De qualquer forma, estima-se que os custos de transação da criação e manutenção de um sistema que permita o funcionamento do mercado sejam altos (BARTON et al., 2011) e mais estudos sobre esse tema são necessários para verificar até que ponto não são proibitivos também para o setor público.



O terceiro e talvez mais importante ponto é a criação da demanda. Os instrumentos de mercado, como a compensação de reserva legal, só funcionam se houver uma demanda estimulada por uma regulação que defina o limite máximo ou as exigências mínimas, como o limite de reserva legal do Código Florestal. O que garante a proteção da escala sustentável é essa definição, não o instrumento de mercado, portanto a compensação só será viável em um contexto no qual os instrumentos de regulação direta (monitoramento, fiscalização, responsabilização) funcionem de forma plena. No caso do instrumento analisado, essa é uma questão fundamental já que sua baixa implementação atualmente se dá, entre outros motivos, pela falta de demanda causada por falhas na exigência do cumprimento da reserva legal. A última alteração do Código Florestal trouxe à tona a expectativa de um aumento da exigência do cumprimento da lei e de uma maior pressão pela adequação. Isso torna mais urgente a necessidade de melhor desenho e planejamento da implementação do instrumento de compensação para que ele seja um potencializador dessa maior adequação.

Esses pontos destacam a importância de uma abordagem de combinação de políticas (*Policymix*) para o desenho e a implementação de instrumentos de conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos com melhor custo-efetividade ecológica.

A simulação da inclusão de uma restrição no mercado feita no cenário 3, *Policymix* proposto, mesmo obtendo pouco incremento no custo de oportunidade final do cenário, pode ser de difícil implementação e trazer aumento nos custos de transação. Uma possível solução seria criar um instrumento misto de PSA e compensação de reserva legal. Por exemplo, o governo estadual poderia incentivar a alocação de reserva legal em áreas prioritárias, não restringindo o mercado em si, mas sim pagando a diferença do custo de oportunidade de compensar nessas áreas e não em outras menos prioritárias. Ou uma outra opção seria o governo estadual comprar áreas de alta prioridade para restauração e criar nelas unidades de conservação e então emitir cotas de reserva ambiental sobre essas áreas e vender no mercado a preços competitivos. Dessa forma, o governo poderia deixar o mercado sem restrição, mas atuar influenciando o mercado por meio da ampliação da oferta de áreas mais prioritárias. Enfim, as possibilidades de combinações precisam ser planejadas e testadas pelos formuladores de políticas, dependendo dos objetivos de conservação e do contexto em que estão inseridas a fim de encontrar as possibilidades que sejam de melhor custo-efetividade e mais viáveis para cada região.



## CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostram que o instrumento de compensação de reserva legal tem um grande potencial tanto de reduzir os custos quanto de melhorar a efetividade ecológica da adequação ambiental às exigências de reserva legal, comparadas com uma política pura de comando e controle. Isso porque a combinação do comando e controle com o instrumento de mercado permite que a escala sustentável seja mantida (20% de reserva legal) e que haja uma distribuição justa e alocação mais eficiente, com a possibilidade das comercializações de áreas.

A simulação da inclusão da compensação de reserva legal, permitindo o mercado dentro do bioma, (cenário 2) reduziu em 76% os custos de adequação à reserva legal, mantendo a mesma quantidade de áreas de novas reservas legais comparadas ao cenário Comando e Controle. E ainda possibilitou a proteção legal de 762 e 166 mil hectares de vegetação remanescente de Mata Atlântica e Cerrado, respectivamente, remunerando e premiando os proprietários que conservaram áreas acima do exigido pela legislação.

No cenário proposto (cenário 3), apesar da inclusão de restrição ao mercado com foco nas áreas prioritárias ter quase dobrado os custos, comparados com o cenário 2, seu custo total foi ainda menos da metade do custo do cenário Comando e Controle (cenário 1). O cenário de *Policymix* proposto mostrou também ganhos de efetividade ecológica muito maiores que os aumentos de custos, que levou esse cenário a ser o de melhor custo-efetividade dos três analisados.

Os resultados indicam que garantir a conservação das áreas de maiores prioridades ecológicas pode implicar custos maiores, portanto restringir apenas aos biomas pode não garantir que essas áreas sejam selecionadas pelo mercado. Isso ilustra a importância de uma combinação de políticas que inclua instrumentos econômicos para permitir certa flexibilidade e alocação eficiente; e de comando e controle, a fim de garantir a efetividade ecológica e a manutenção da escala sustentável.

O estudo mostra que o mecanismo de compensação de reserva legal apresenta uma série de vantagens para produtores rurais e para sociedade, o que o torna fundamental para consolidação da implementação do Código Florestal e da conservação ambiental em áreas privadas. Os resultados também ressaltam a importância de análises de impacto de políticas públicas *ex ante* a fim de subsidiar com dados empíricos os formuladores de políticas.



## REFERÊNCIAS

ALSTON, L. J.; MUELLER, B. Legal Reserve Requirements in Brazilian Forests: Path Dependent Evolution of De Facto Legislation. **Economia**, Selecta, Brasília (DF), v. 8, n. 4, p. 25-53. 2007.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R.; SIMOES, M. S. From an empty to a full world: a nova natureza da escassez e suas implicações. **Econ. Soc.**, Campinas, v. 21, n. 3, dez. 2012.

BALL, I. R., POSSINGHAM, H. P.; WATTS, M. Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritization. Chapter 14: Pages 185-195. In: MOILANEN, A., K. A. WILSON, H. P. POSSINGHAM. (Ed.) **Spatial conservation prioritization: quantitative methods and computational tools**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009.

BARTON, D. N. et al. New Approaches and financial mechanisms for securing income for biodiversity conservation, In: VATN, A. et al. **Can markets protect biodiversity? An evaluation of different financial mechanisms**. Noragic Report n. 60. 2011.

BERNARDO, K. T. **Análise do êxito dos sistemas estaduais de gestão de reservas legais com foco no mecanismo de compensação**. Dissertação (Mestrado)—Universidade de São Paulo, Campus São Carlos, 2010.

BERNASCONI, P.; ROMEIRO, A. R. A compensação como instrumento para alocação de Reserva Legal: estudo de caso no município de Marcelândia/MT. In: IX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA: Políticas PÚBLICAS E A PERSPECTIVA DA ECONOMIA ECOLÓGICA. **Anais...** Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão Agrícola das Terras de São Paulo**. Brasília: Binagri, 1979. 111 p. (Aptidão Agrícola das Terras, 20).

BROUGHTON, E.; PIRARD, R. **What's in a name ? Market-based instruments for biodiversity**. n. 03/11 Paris, França: IFRI-IDDR, 2011. Disponível em: <[http://www.iddri.org/Publications/Collections/Analyses/AN\\_1103\\_MBI\\_broughton\\_pirard\\_EN.pdf](http://www.iddri.org/Publications/Collections/Analyses/AN_1103_MBI_broughton_pirard_EN.pdf)>.

CALMON, M. et al. Emerging Threats and Opportunities for Large-Scale Ecological Restoration in the Atlantic Forest of Brazil. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 2, p. 154-158, 2011.

CASTANHO FILHO, E. P. **Pagamento pelos serviços da Reserva Legal. Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 3, n. 1, Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2008.



CELLINI, S. R.; KEE, J. E. Cost-Effectiveness and Cost-Benefit Analysis. Cap. 21. In: WHOLEY, J.S. et al. (Ed.). **Handbook of Practical Program Evaluation**. 3. ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2010. p. 493-530.

CHOMITZ, K. M. Transferable Development Rights and Forest Protection: An Exploratory Analysis. **International Regional Science Review**, v. 27, n. 3, p. 348-373, 2004.

CHOMITZ, K. M. et al. The economic and environmental impact of trade in forest reserve obligations: a simulation analysis of options for dealing with habitat heterogeneity. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 4, p. 657-682, dez. 2005.

CRUZ, C. B. M., VICENS, R. S. Estado atual da cobertura vegetal e uso da terra no Bioma Mata Atlântica. In: INSTITUTO BIOATLÂNTICA (Org.). **Uma Introdução ao Estudo das Florestas do Sul e Sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Bioatlântica, 2010.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological Economics: Principles and Applications**. 2. ed. Washington: Island Press, 2010. ISBN: 1597266817.

DRECHSLER, A.; WATZOLD, F. Applying tradable permits to biodiversity conservation: Effects of space-dependent conservation benefits and cost heterogeneity on habitat allocation. **Ecological Economics**, v. 68, n. 4, p. 1083-1092, 2009.

EFTEC. **The use of market based instruments for biodiversity protection: the case of habitat banking**. World Bank. London: [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/enveco/index.htm>>.

ELLOVITCH, M. F.; VALERA, C. A. **Manual do Novo Código Florestal**. MPMG Jurídico – Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, 2013.

FASIABEN, M. C. R. et al. Impacto econômico da Reserva Legal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 49, n. 4, p. 1051-1096, 2011. ISSN 0103-2003.

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

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. de G. (Eds.) **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook**. p. 269-287. Washington, DC: Island Press, 2003.



GODARD, O. **Environnement et théorie économique**: de l'internalisation des effets externes au développement soutenable. In: SEMINAIRE ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT. 1992. Paris: École Nationale de la Magistrature, 1992 apud Romeiro (2012).

GONÇALVES, J. S.; FILHO, E. P. C.; SOUZA, S. A. M. **Reserva Legal em São Paulo**: obrigatoriedade, impactos e proposta de aprimoramento da legislação. 2009, p. 74. IEA. (Textos para Discussão, n. 6).

GORENFLO, L. J.; BRANDON, K. **Agricultural capacity and conservation in high biodiversity forest ecosystems**. *Ambio*, v. 34, n. 3, p. 199-204, maio 2005.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.) **Pagamento por serviços Ambientais na Mata Atlântica: Lições aprendidas e desafios**. Série Biod. Brasília: MMA, 2011. p. 272.

HERCOWITZ, M. **O que eu faço com esse mato? Uma análise socioeconômica do mercado de compensações de Reserva Legal na Bacia do Xingu no Mato Grosso**. São Paulo: ISA, 2009.

HIRAKURI, S. R. **Can Law Save the Forest? Lessons from Finland and Brazil**. Center for International Forestry Research (Cifor), 2003.

IBGE. **Censo Agropecuário**. 1995. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>.

IESB et al. **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica**. Relatório final. Probio n. 03/2004, Brasília, 2007, 84 p.

IPEA. **Direito Ambiental Brasileiro, Lei dos Crimes Ambientais**. Comunicado Ipea nº 81. Série Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano. Brasília: Ipea, 2011.

IRIGARAY, C. T. J. H. Compensação de Reserva Legal: limites à sua implementação. **Revista Amazônia Legal de Estudos Sócio-Jurídico-Ambientais**, ano 1, n. 1, p. 55-68, jan./jun. 2007.

JOLY, C. A. et al. Biodiversity Conservation Research, Training, and Policy in São Paulo. **Science**, v. 328, 2010.

KAECHHELE, K. T. **A redução compensada do desmatamento no Mato Grosso**: uma análise econômico-ecológica. São Paulo, 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental)—Ciência Ambiental (Procam), Universidade de São Paulo, 2007.



LANDAU, E. C. et al. **Varição geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. Documentos 146. 199 p. : il.

LAURANCE, W. F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, 142, 1137, 2009.

LEITE, C. C. et al. Historical land use change and associated carbon emissions in Brazil from 1940 to 1995. **Global Biogeochemical Cycles**, 26, Issue 2, 2012.

LESLIE, H. et al. Using siting algorithms in the design of marine reserve networks. **Ecological Applications**, 13: S185-S198, 2003.

LOUREIRO, W. **Contribuição do ICMS Ecológico à conservação da biodiversidade no estado do Paraná**. 2002. 189 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)–Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

LUSTOSA, M. C. J. et al. Política Ambiental. In: MAY, P. H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MADSEN, B.; CARROLL, N.; BRANDS, K. M. **State of Biodiversity Markets Report: Offset and Compensation Programs**. Worldwide Geography. 2010. Disponível em: <[www.ecosystemmarketplace.com/documents/acrobat/sbdmr.pdf](http://www.ecosystemmarketplace.com/documents/acrobat/sbdmr.pdf)>.

MAY, P. H. et al. Using fiscal instruments to encourage conservation: municipal responses to the 'ecological' value added tax in Paraná and Minas Gerais, Brazil. In: PAGIOLA, S. et al. (Org.). **Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Sustainable Development**. Londres: Earthscan, 2002. p. 173-199.

MAY, P. H. et al. **Assessment of the role of economic and regulatory instruments in the conservation Policymix for the Brazilian Amazon: a coarse grain study**. 2012.

\_\_\_\_\_. **The Ecological Value Added Tax (ICMS-Ecológico) in Brazil and its effectiveness in state biodiversity conservation: a comparative analysis**. In: PROCEEDINGS OF THE 12TH BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS, Rio de Janeiro. 2012.

METZGER, J. P. O Código Florestal Tem Base Científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 92–99, 2010.



METZGER, J. P.; RODRIGUES, R. R. Mapas-Síntese. Cap. 7.1., In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Org.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica/Programa Biota/Fapesp, 2008.

MYERS et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 24 fev. 2000.

OECD. **Instrument Mixes for Environmental Policy**. Paris: OECD, 2007.

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, 2003.

OOSTERHUIS, F. Tax Reliefs for Biodiversity Conservation. In: Ring, I.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C. (Ed.). **Instrument Mixes for Biodiversity Policies**. Policymix Report n. 2/2011, p. 89-97. 2011.

POMPERMAYER, E. F. **Compensação da Reserva Florestal Legal como instrumento de gestão integrada floresta-água: análise jurídica**. 78 f. Dissertação (Mestrado)—Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

RANIERI, V. E. L. **Reservas legais: critérios para localização e aspectos de gestão**. 149 f. Tese (Doutorado)—Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

RIBEIRO et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, jun. 2009.

RING, I.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C. Instrument Mixes for Biodiversity Policies. **Report**, Issue n. 2/2011, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), Leipzig. Disponível em: <<http://Policymix.nina.no.2011>>.

\_\_\_\_\_. Justifying and Assessing Policy Mixes for Biodiversity and Ecosystem Governance. In: RING, I.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C. Instrument Mixes for Biodiversity Policies. **Report**, Issue n. 2/2011, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), Leipzig. 2011.

RODRIGUES, E. R. et al. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de Reserva Legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Rev. Árvore**, v. 31, n. 5 p. 941-948, 2007.

\_\_\_\_\_. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242–1251, jun. 2009.



RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: [s.n.], 2008. p. 248.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, 26 (74), 2012.

SANTOS, R. F.; VIVAN, J. L. **Pagamento por serviços ecossistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão**. Brasília: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE & Brasil, 2012.

SANTOS, R. F. et al. Offsets, habitat banking and tradable permits for biodiversity conservation, In: RING, I.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C. (Ed.). Instrument Mixes for Biodiversity Policies. **Policymix Report**, n. 2/2011, p. 59-88, 2011.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo – LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/Cati/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento de preços de terras agrícolas (VTN)**. São Paulo: SAA/Cati/IEA, 2012. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precor\\_Sistema\\_Sobre.aspx?cod\\_sis=8](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precor_Sistema_Sobre.aspx?cod_sis=8)>.

SCHRÖTER-SCHLAACK, C.; RING, I. Towards a framework for assessing instruments in policy mixes for biodiversity and ecosystem governance. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). Instrument Mixes for Biodiversity Policies. **Policymix Report**, n. 2/2011, p. 175-208, 2011.

SOS MATA ATLÂNTICA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica**. São Paulo, 2000.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos**, v. 89, p. 111-135, 2011.

\_\_\_\_\_. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65-72, fev. 2012.

VATN et al. **Can Markets Protect Biodiversity?** An evaluation of different financial mechanisms. Norway: 19/2011. 2011.



VICTOR, M. A. M. 1975. **A devastação florestal**. Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo, 48 p.

VON GLEHN, H. C. Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de São Paulo. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011. 272 p. (Série Biodiversidade, 42).

\_\_\_\_\_. **Texto preparado para a Mesa de Debate Principais gargalos e recomendações para formulação de uma política nacional de PSE no Brasil**. In: OFICINA DO DIÁLOGO BRASIL-UNIÃO EUROPEIA SOBRE PAGAMENTO POR SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS. Brasília, 24 abr. 2012.

WATTS, M. E. et al. **Marxan with Zones**: software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. Environmental Modeling & Software. 2009, DOI: 10.1016/j.envsoft.2009.06.005.

WATTS, M. E. **Marxan Online Tutorial**. Marxan Module 2: Theory Behind Marxan. Disponível em: <<http://www.uq.edu.au/marxan/online-tutorial>>. Acesso em: nov. 2013.



