



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
UENP - CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VINICIUS FERREIRA BALDECERRA

**GEOESPACIALIZAÇÃO E ESTOQUE DE CARBONO DAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTES FRENTE ÀS ALTERAÇÕES DO CÓDIGO
FLORESTAL**

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2016

VINICIUS FERREIRA BALDECERRA

**GEOESPACIALIZAÇÃO E ESTOQUE DE CARBONO DAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTES FRENTE ÀS ALTERAÇÕES DO CÓDIGO
FLORESTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da Universidade
Estadual do Norte do Paraná, *Campus*
Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Reis

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2016

Baldecerra, Vinicius Ferreira

B147g Geoespacialização e estoque de carbono das Áreas de Preservação Permanentes frente às alterações do Código Florestal / Vinicius Ferreira Baldecerra. – Bandeirantes, 2016.
53 f. ilustr.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Reis.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2016.

Banca: Dr. Luiz Carlos Reis, Dr^a. Teresinha Esteves Reis, Dr. Junior Ruiz Garcia, Dr. Rone Batista de Oliveira, Dr. Ricardo Ralisch.

1. Legislação florestal. 2. APP - Áreas de Preservação Permanentes. 3. Florestas ripárias. 4. Serviços ecossistêmicos. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. II. Título.

CDD – 344.81046

VINICIUS FERREIRA BALDECERRA

**GEOESPACIALIZAÇÃO E ESTOQUE DE CARBONO DAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTES FRENTE ÀS ALTERAÇÕES DO CÓDIGO
FLORESTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 25/05/2016

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Teresinha Esteves Reis (UENP)

Prof. Dr. Junior Ruiz Garcia (UFPR- Curitiba)

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira (UENP)

Prof. Dr. Ricardo Ralisch (UEL)

Prof. Dr. Luiz Carlos Reis
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Mengehel

DEDICATÓRIA

À minha família, aos meus amigos e ao meu orientador pelo apoio, paciência, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me proporcionar condições para enfrentar os desafios da vida.

A toda minha família, meu pai José, minha mãe Mara e minha irmã Carolina por me amarem e me ensinarem os verdadeiros valores da vida. Vocês que muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento.

A minha companheira Pâmela, que com carinho, sempre me deu forças para nunca desistir dos meus sonhos.

Aos amigos Daniel e Fábio, que com muita disponibilidade e companheirismo incentivaram e ajudaram a produzir este trabalho.

Aos amigos e companheiros de república, Galeno, Ivan, Murilo, Enrique, Eduardo, José, Jean e Augusto pela convivência e amizade.

Agradeço também a Universidade Estadual do Norte do Paraná, a CAPES e a Fundação Araucária pela estrutura e incentivo.

A todos os professores e alunos do programa de Mestrado em Agronomia da UENP, a secretária Sônia e os demais funcionários.

Em especial, quero agradecer a Prof^a. Dr^a Teresinha Esteves da Silveira Reis e ao Prof. Dr. Júnior Ruiz Garcia (UFPR), que sempre estiveram prontamente dispostos a ensinar e contribuir.

Agradeço principalmente ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Carlos Reis, pela confiança, paciência, inspiração, amizade, disponibilidade e ensinamentos. Sempre serei grato!

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

BALDECERRA, Vinicius Ferreira. Geoespacialização e estoque de carbono das Áreas de Preservação Permanentes frente às alterações do Código Florestal. 2016. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2016.

RESUMO

As alterações promovidas pelo atual Código Florestal (Lei nº 12.651/12) ocasionaram muitas discussões entre a sociedade brasileira. A lei impõe regras que reduzirão as larguras das faixas marginais das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) em áreas sob uso consolidado, e, portanto, a função de proteção ambiental é colocada em dúvida. Com isso, o presente trabalho objetiva quantificar as APPs, estimar e valorar os estoques de carbono das mesmas perante as imposições do atual Código Florestal. O estudo foi realizado em três microbacias do município de Bandeirante-PR e a metodologia empregada fez uso de geotecnologias, imagem orbital, sistemas de informação geográfica (SIG), dados de estoques de carbono dispostos na literatura e valores de mercado do carbono. Os resultados confirmam que três, dos quatro mapas produzidos apresentam valores de APPs inferiores ao exigido no antigo Código Florestal (Lei nº 4.771/65). A situação atual das APPs se apresenta em números parecidos com o exigido no Código de 2012, porém com matas fragmentadas e descontínuas. O modelo de recuperação obteve os valores de APPs mais próximos do modelo da antiga legislação. Quanto aos estoques de carbono das APPs, a situação atual é de $7.944 \text{ Mg.C.ano}^{-1}$ (valor de US\$ 215.743) e no modelo de recuperação é de $13.970 \text{ Mg.C.ano}^{-1}$ (valor de US\$ 379.397). Numa análise temporal, a taxa de incremento anual foi de 132 Mg.C (valor de US\$ 3.584). Conclui-se que o Código Florestal vigente reduz as áreas destinadas a APPs em relação ao antigo Código. Muitas propriedades da área do estudo terão anistia na atual legislação. Após a recuperação florestal das APPs, os estoques de carbono nas APPs poderão gerar pagamentos por serviços ambientais aos proprietários rurais.

Palavras-chaves: Legislação florestal, APP, florestas ripárias, serviços ecossistêmicos

BALDECERRA, Vinicius Ferreira. Specialization and carbon stock of Permanent Preservation Areas in the face of changes in the Forest Code. 2016. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2016.

ABSTRACT

The changes introduced by the current Forest Code (Law nº 12.651/12) caused many discussions between the Brazilian society. The law imposes rules that will reduce the widths of the marginal strips of Permanent Preservation Areas (PPAs) in areas under consolidated use, and therefore the environmental protection function is in doubt. Thus, the present study aims to quantify the PPAs, estimate and value the same carbon stocks before the impositions of the current Forest Code. The study was conducted in three catchments of the Bandeirante-PR municipality and the methodology employed made use of geotechnology, orbital image, geographic information systems (GIS), carbon stocks data arranged in the literature and carbon market values. The results confirm that three of the four maps produced have PPAs values lower than required in the old Forest Code (Law nº 4.771/65). The current situation of PPAs is present in similar numbers with the requirements in the 2012 Code, but with fragmented and discontinuous forests. The recovery model obtained the PPAs values closer to the model of the old law. As for the carbon stocks of the PPAs, the current situation is Mg.C.ano^{-1} 7.944 (worth US\$ 215.743) and the recovery model is $13.970 \text{ Mg.C.ano}^{-1}$ (worth US\$ 379.397). In a time analysis, the annual growth rate was 132 Mg.C (value US\$ 3.584). We conclude that the current Forest Code reduces the areas for PPAs over the old code. Many properties of the study area will amnesty in the current legislation. After the forest recovery of APPs, carbon stocks in the PPAs can generate payments for environmental services to landowners.

Key words: Forest legislation, APP, riparian forests, ecosystem services

ABREVIATURAS

APP - Área de Preservação Permanente

Art. - Artigo da lei

C – Carbono

CO₂ - Dióxido de carbono

GEE - Gases de Efeito Estufa

MA - Modelo antigo

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MF - Módulo fiscal

Mg.C - Megagrama de carbono

Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ - Megagrama de carbono por hectare ano

Mg.C.ano⁻¹ - Megagrama de carbono por ano

MN - Modelo novo

MP - Medida provisória

MR - Modelo de recuperação

PRA - Plano de Regularização Ambiental

REDD + - Redução das Emissões dos Desmatamentos e da Degradação

RL - Reserva Legal

SA - Situação atual

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.3.1. Área de estudo e sua geolocalização.

Figura 3.3.2. Geolocalização fundiária e hidrográfica.

Figura 3.4.4. Distribuição geoespacial das APPs segundo os modelos estudados.

Figura 4.4.1. Geoespacialização das APPs na situação atual (SA) e no modelo de recuperação (MR).

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.3.1. Classificação dos imóveis rurais do município de Bandeirantes, quanto ao tamanho.

Tabela 3.4.1. Quantificação das APPs em cada estratificação fundiária segundo os modelos estudados.

Tabela 3.4.2. Comparativo entre os modelos estudados.

Tabela 3.4.3. Demonstrativo do número das propriedades em situação de passivo ambiental.

Tabela 4.4.2. Estoque de carbono das APPs segundo a média dos valores da literatura.

Tabela 4.4.3. Desenvolvimento do estoque de carbono das APPs em escala temporal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. HISTÓRICO DA POLÍTICA FLORESTAL NO BRASIL	3
2.2. ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)	5
2.3. CARACTERÍSTICA FUNDIÁRIA DA ÁREA DE ESTUDO	9
2.4. SERVIÇOS AMBIENTAIS	10
2.5. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.....	11
2.5.1. Serviços ecossistêmicos fornecidos pelo ambiente sustentável	12
2.5.2. Serviços ecossistêmicos e agricultura	13
2.5.3. Sequestro e armazenamento de carbono	14
2.5.4. Influência do Novo Código Florestal sobre a armazenagem de carbono.....	15
2.5.5. Mercado do carbono.....	16
3. ARTIGO A: GEOESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE FRENTE ÀS ALTERAÇÕES DO CÓDIGO FLORESTAL.....	18
3.1. Resumo	18
3.1. Abstract.....	18
3.2. Introdução	19
3.3. Materiais e Métodos.....	20
3.4. Resultados e Discussão	23
3.5. Conclusões	28
4. ARTIGO B: ESTIMATIVA E VALORAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES FRENTE À RECUPERAÇÃO FLORESTAL	29
4. 1. Resumo	29
4.1. Abstract.....	29

4.2. Introdução	30
4.3. Material e Métodos	31
4.4. Resultados e Discussões	33
4.5. Conclusões	37
5. CONCLUSÕES GERAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICES	50
Apêndice A - Mapa Fundiário	50
Apêndice B - Mapa Hidrográfico	51
Apêndices C - Mapa das APPs segundo o antigo Código Florestal (MA)	51
Apêndice D - Mapa das APPs segundo o atual Código Florestal (MN).....	52
Apêndice E - Mapa da situação atual das APPs (SA).....	52
Apêndice F - Mapa das APPs segundo o modelo de recuperação previsto no atual Código Florestal (MR).....	53

1. INTRODUÇÃO

A relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente é um dos principais assuntos discutidos nos meios sociais e científicos (SPAROVEK et al., 2011; IPAM, 2014; KRAGT; ROBERTSON, 2014). A sociedade percebeu a dependência dos fatores naturais para seu modo de vida e obtenção dos alimentos. Os instrumentos sociais que direcionam a interação entre sociedade e meio ambiente, são as leis que determinam regras para uso dos recursos naturais. Recentemente foi aprovado no Brasil o Código Florestal (lei nº 12.651/12), que dispõe sobre a proteção da vegetação e altera as regras sobre o uso e cobertura das terras com vegetação natural. Esta lei trouxe muita polêmica na sociedade, com as principais críticas oriundas da bancada ambientalista no Congresso Nacional. Um dos motivos é o contexto histórico, pois ao analisar os primeiros dispositivos legais relacionados à proteção ambiental, observa-se uma ascendência ao modo conservacionista e de repente ocorre uma alteração, que para muitos, foi um retrocesso ambiental (HIRAKURI, 2003; AHRENS, 2005, RORIZ, 2013).

O antigo Código Florestal (lei nº 4.771/65) era mais rígido quanto às regras das florestas protetoras, as chamadas Áreas de Proteção Permanentes (APP). Antes as APPs das margens de rios eram de no mínimo 30 metros de largura e nas nascentes o mínimo de 50 metros de raio. O atual Código Florestal alterou estas regras em função daqueles proprietários de imóveis rurais que não cumpriram as determinações legais do antigo Código. As alterações reduziram a obrigatoriedade de recomposição florestal nas APPs das propriedades com passivos ambientais. Em consequência, muitas críticas da bancada ambientalista recaíram sobre a ausência de bases científicas para justificar a alteração do Código Florestal. Os questionamentos se relacionavam ao pouco conhecimento sobre as funções ecológicas envolvidas e também da necessidade de expansão das fronteiras agrícolas (IPAM, 2014).

Com a aprovação do Código Florestal em 12 de maio de 2012, houve a necessidade de estudos sobre os comportamentos socioeconômicos e ambientais frente às alterações impostas na nova lei. Os conhecimentos ambientais são importantes porque se tratam de informações que afetarão fortemente o modo de produção agropecuária no Brasil. Sabe-se que o ambiente bem gerenciado é capaz de fornecer uma série de benefícios à sociedade, caso contrário ele nos condena a pagar um preço alto pelo mau uso dos recursos naturais (POWER, 2010). Neste caso, o assunto se trata dos serviços ecossistêmicos, que nada mais são que um conjunto de

benefícios providos pela natureza, dentre os quais podemos distinguir os serviços provedores, reguladores, de suporte e culturais.

O trabalho aborda a questão do serviço que capacita as florestas em armazenar carbono, ou seja, um serviço de regulação, atrelado à capacidade do ambiente em regular o clima. Tal serviço é de suma importância para a agricultura, pois, se relaciona ao planejamento e desenvolvimento da atividade. Com as alterações das larguras das APPs no Código Florestal, surgem questionamentos sobre o armazenamento de carbono nas áreas que passarão pelas alterações. A nova geoespacialização das APPs pode levar a diminuição da densidade florestal, e assim, influenciar no provimento do serviço de armazenamento de carbono e nas demais finalidades ambientais das APPs.

A área de estudo escolhida foi no município de Bandeirantes - PR, onde as pequenas propriedades são predominantes, chegando a 91% do total de imóveis. Além da característica fundiária, destaca-se o fator socioeconômico com práticas agrícolas, mais precisamente a produção de soja, milho, cana-de-açúcar, alfafa, uva e da olericultura em cultivo protegido. Os maiores valores de renda per capita do município concentram-se na área de estudo, onde há maior número de imóveis de pequeno porte (REIS, 2011).

Portanto, o presente estudo objetivou realizar a geoespacialização das APPs conforme as imposições dos Códigos Florestais de 1965 e 2012, dos fragmentos existentes e de um modelo de recuperação. Também foi realizada a estimativa e valoração da capacidade de estoque de carbono sob um cenário atual e de recuperação florestal das APPs.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. HISTÓRICO DA POLÍTICA FLORESTAL NO BRASIL

A política florestal no Brasil possui séculos de história, seu início tem como primeiro marco o Regimento do Pau-Brasil em 1605. Aquele dispositivo legal atuava na proteção ao corte do pau-brasil, que na época era de controle da coroa portuguesa, e visava garantir o monopólio do comércio da espécie pelos colonizadores (SOUZA, 1999; CARVALHO, 2001).

Ao passar do tempo, ocorreram alguns eventos históricos que partiam de um pressuposto conservacionista como, por exemplo, a criação da Floresta da Tijuca em 1861, realizada por Dom Pedro II, para recuperar o impacto da retirada de madeiras nobres da floresta da Tijuca no Rio de Janeiro (IPAM, 2014). Mais tarde surgiu o primeiro Código Florestal no país, que foi uma Lei estadual do Paraná criada em 1907. Este foi o primeiro dispositivo no país a considerar o conceito de floresta protetora, ou seja, aquelas que têm a função de proteger meios hídricos (CARVALHO, 2007).

O primeiro Código Florestal (Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934) de âmbito nacional foi sancionado por Getúlio Vargas. A Lei representava a ideia inicial de proteger o patrimônio natural pertencente ao país. Segundo Carvalho et al (2007), o Código Florestal de 1934 pertencia, em partes, a linha de pensamento produtivista, ou seja, classificavam a maioria das florestas como rentáveis, rotulando até silviculturas ordenadas e produtivas. Por outro lado, houve avanço sobre o âmbito conservacionista, pois, consolidou-se o conceito de florestas protetoras, que serviriam para proteger meios hídricos, solos, oferecer salubridade pública, segurança de fronteiras, conservar espécies raras e proteger lugares de belezas cênicas (IPAM, 2014). A partir desse ato iniciou-se a ideia de APP (área de proteção permanente) e RL (reserva legal). Enfim, o Código de 1934 contemplava uma visão um pouco generalista das categorias de florestas protetoras e remanescentes florestais. Roriz (2013) relata que determinadas categorias serviriam para proteção de áreas frágeis e conservação de espécies preciosas.

O Código Florestal de 1965 (Lei nº 4.771/65) aperfeiçoou muitos dispositivos em relação ao código anterior. Uma delas foi declarar as florestas do país como bens de interesse comum à sociedade, a outra foi utilizar isso como ferramenta de controle, assim os instrumentos disciplinadores, limitou-se o uso das terras por proprietários de imóveis rurais

(BORGES et al., 2011). Definiu-se efetivamente o conceito de APP, atribuindo larguras e localizações dessas áreas, e também os critérios técnicos para RLs, as porcentagens, os tipos de vegetações, enfim, de fato normas exatas para diversas situações encontradas no cenário ambiental brasileiro (IPAM, 2014).

Esta lei foi embasada sobre os pilares de que os cuidados com os atributos ambientais eram essenciais para cadeia de produção agropecuária (RORIZ, 2013).

A Constituição Brasileira de 1988 em seu Artigo 225 relata a condição de importância do meio ambiente e seus atributos:

“todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Sparovek et al. (2011) destacam duas importantes considerações do Artigo 225, o enfoque multidimensional e a equidade intergeracional, que condiz sobre a influência do meio ambiente na sociedade e a abertura de novas concepções para elaboração de mecanismos legais mais eficazes.

Nesta parte da história da legislação florestal, passos muito importantes foram dados à compreensão da relação entre o meio ambiente com a sociedade e seus agentes econômicos. Porém, nem tudo aconteceu como previa no código. O déficit florestal das APPs e RLs só aumentou, chegando a 85 milhões de hectares, isso porque a morosidade da justiça, a ineficiência dos agentes fiscalizadores, corrupções e fraudes, pouco incentivo econômico entre outros, causaram tal cenário (SPAROVEK et al., 2011).

Durante o período de 1965 até os anos 2000, houve leis e medidas provisórias que alteraram artigos no código de 1965. A primeira lei (lei 7.511/86) alterava o Art. 2º e Art. 19 que dispunha sobre critérios das larguras das APPs e da atividade de exploração da madeira, tornando-as mais sustentáveis. A segunda (lei 7.803/89) trouxe diversas mudanças, as principais foram a alteração do Art. 2º sobre as larguras de APPs mediante ao maior nível dos corpos d'água e Art. 16 e Art. 44 que alterava porcentagens e usos das RLs. Em 1998 criou-se a Lei de Crimes e Infrações Contra o Meio Ambiente (lei nº 9.605), que ocasionou um grande desconforto nos proprietários rurais que não estavam cumprindo a legislação (BRASIL, 1998; HIRAKURI, 2003). No meio deste impasse, surge o Projeto de lei 1.876/99 que segundo Benjamin (2000) e Fearnside (2000) foi muito criticado por anistiar desmatamentos, distorcer

os instrumentos legais e permitir maior atividade econômica em áreas destinadas a preservação. Num segundo momento, depois de muitas discussões, este projeto de lei foi engavetado. As medidas provisórias (MP) 1.956-50 e 2.080-58, ambas de 2000, trataram das ampliações das APPs e RLs, ou seja, deixou de serem computadas nas RLs as APPs, e ampliou a porcentagem de RLs na Amazônia (80%) e Cerrado (35%). Estas mudanças tornaram o Código Florestal de 1965, mais conservacionista ao ponto de vista do início de vigência da lei. Todas essas medidas tiveram o propósito de diminuir os desmatamentos, porém, não surtiu o efeito desejado.

Atualmente o Código Florestal, Lei nº 12.651/12, é centro de muitas discussões em todos os segmentos, sejam eles ambientais, sociais e econômicos. As discussões no Congresso Nacional no momento de aprovação da nova lei foram pautadas sobre as APPs e RLs, tema de grande polêmica desde o código antigo. A bancada ruralista composta pela base do governo e membros da oposição queria a reformulação destes dispositivos legais alegando maior demanda de áreas agricultáveis. E do outro lado ambientalista exigiam bases técnicas e científicas para justificar tal pedido de mudança (IPAM, 2014).

. As principais alterações da nova lei foram em relação às APPs e RLs, sendo a não obrigatoriedade de recomposição de RL em propriedades abaixo de quatro módulos fiscais, a determinação das APPs levando em consideração o tamanho da propriedade, não mais a largura do rio, entre outras. Todas essas situações serão aplicadas regras transitórias, ou seja, propriedades que estiverem em desacordo com o antigo código no período que anteceda 22 de julho de 2008, se encaixarão nessa determinação (BRASIL, 2012). No entanto, o novo código foi aprovado com alguns artigos vetados pela presidente, que posteriormente foram editados na Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Cabe destacar a insegurança jurídica refletida pelo atual Código Florestal, pois muitos dispositivos legais estão sendo analisados pelo Supremo Tribunal Federal sob o motivo de inconstitucionalidade em determinadas regulamentações (ADIs - Ações Diretas de Inconstitucionalidade nº 4.901, 4.902, 4.903 e 4.937).

2.2. ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

A União Mundial para a Conservação da Natureza (UICN) define área de proteção como:

“área terrestre e/ou marinha especialmente dedicada à proteção e manutenção da diversidade biológica e dos recursos naturais e culturais associados, manejados através de instrumentos legais ou outros instrumentos efetivos” (UICN, 1994).

A criação dessas áreas efetivou mecanismos de controle legal para determinado local com interesses em comum, no caso das APPs, é de interesse da sociedade que se proteja os recursos naturais alocados em áreas frágeis, como beira de rios, lagos, nascentes e topos de morros (MEDEIROS, 2006). Tundisi e Tundisi (2010) dizem que as APPs são determinantes na manutenção do ciclo hidrológico das microbacias, estendendo-se é claro, para o conjunto de bacias hidrográficas.

O Código Florestal de 2012, em seu Art. 3º, parágrafo II, define Área de Proteção Permanente como:

"Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas." (BRASIL, 2012).

A primeira vez que se usou o termo Área de Preservação Permanente (APP) foi no Código Florestal de 1965, com a mesma descrição na atual legislação. Mas desde sua criação, essa tipologia de floresta teve várias modificações dos critérios técnicos, larguras e aplicações, como descritas anteriormente.

A legislação atual vem sofrendo muitas críticas em relação aos critérios técnicos das APPs, como por exemplo, o tamanho mínimo das faixas de APPs que não levou em consideração ao menos o relevo das bordas dos meios hídricos, a dúvida se a faixa mínima de apenas 5 metros de largura pode obter eficiência ambiental, entre outros (ANDRADE; REIS; REIS. 2015). Segundo Monteiro et al. (2013), a fixação de largura de APP imposta na nova lei, não condiz com as necessidades ambientais, e que características regionais como: clima, tipos e usos tradicionais do solo, geomorfologia, são determinantes na relação mútua de cada serviço ecossistêmico e ambiental fornecido pelas APPs. Mesmo a largura mínima de 30 metros de zona ripária, como preconizava o antigo código florestal, a proteção ambiental das

APPs é questionável, pois, a largura dependerá do enfoque do serviço ambiental, além dos fatores regionais ditos acima (COELHO et al., 2011). Há a necessidade de pesquisas que estabeleçam critérios robustos para determinação das larguras ideais das faixas de APPs, para que se cumpra o papel da proteção ambiental desejada (SILVA et al., 2012).

Portanto, os mecanismos legais configuram um importante instrumento para nortear a gestão dos recursos ambientais do nosso país, e entender de fato as funções atribuídas às APPs, uma das chaves para que a legislação ambiental seja eficaz e justa.

As alterações do Código Florestal basearam-se na ideia de que a legislação restringia o crescimento do setor agropecuário no Brasil, e este foi o principal argumento que ocasionou as mudanças na nova legislação. Segundo Soares Filho et al. (2014), 53% das florestas nativas do país localizam-se em propriedades privadas, e medidas que viabilizassem a gestão das florestas em conjunto com as atividades econômicas, se tornaram essenciais.

Como consequência das mudanças, foram reduzidos 58% do débito ambiental localizado nas RLs e APPs. Grande parte da responsabilidade da redução do débito se atribui as pequenas propriedades, que sobre as novas regras, 90% delas serão anistiadas (SOARES FILHO et al., 2014).

Para entender as alterações da nova legislação, primeiramente é necessário compreender conceitos jurídicos que surgiram. Um deles condiz ao conceito de área consolidada que significa: Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL), ocupadas antes de 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias, atividades agrossilvipastoris, ecoturismo ou turismo rural (BRASIL, 2012).

Este conceito se aplica as regras para APP de acordo com o Art. 61-A, levando em consideração o tamanho do imóvel e contado a partir da borda do leito regular dos cursos d'água (BRASIL, 2012).

Para os imóveis rurais que possuam áreas consolidadas em APP ao longo de cursos d'água naturais, nascentes, veredas e lagos e lagoas naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais:

a) Para cursos d'água;

- 5 (cinco) metros para imóveis até 1(um) módulo fiscal (MF);

- 8 (oito) metros para imóveis de 1(um) a 2 (dois) MFs;

- 15 metros para imóveis de 2 a 4 MFs;

- imóveis maiores de 4 MFs, mínimo de 20, máximo de 100 metros de APP conforme a determinação do PRA (Programa de Regularização Ambiental);

- b) para nascentes o raio de proteção fica sendo de 15 metros, obrigatório somente para nascentes perenes;
- c) no caso das veredas conta-se o início da faixa de proteção a partir do espaço brejoso permanente, observando 30 metros para imóveis abaixo de 4 MFs e 50 metros para imóveis acima de 4 módulos.
- d) no entrono de lagos e lagoas naturais ficam obrigatórias a recomposição de APP igualmente aos dos cursos d'água, com ressalva para imóveis acima de 4 MFs que se obriga 30 metros.

O artigo 61-B cita outro fator relevante da nova legislação, a porcentagem de APP não deve ser superior a 10% do tamanho da propriedade em imóveis de até 2 MFs, e maior que 20% em propriedades de 2 a 4 MFs (BRASIL, 2012).

No artigo 4º é considerada APP topos de morro, montes, montanhas e serras, e deverá recompor vegetação a partir das seguintes condições: o mínimo de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente. Em relevos ondulados, se determinará pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação. Altitudes superiores a 1.800 metros também deverão recompor vegetação (BRASIL, 2012).

Continuando na mesma linha de raciocínio das áreas consolidadas, os proprietários ou possuidores de imóvel rural, que não estavam de acordo com a antiga legislação em relação as RLs, também se encaixarão em novas regras propostas pela nova legislação. Segundo o artigo 66, ficam isentos de recompor RLs os proprietários que possuem imóveis abaixo de 4 MFs. Aqueles que tiverem de recompor RL poderão utilizar 50% de espécies exóticas ou frutíferas. Também se assegura que o proprietário poderá adquirir áreas para RLs em outros lugares, desde que seja dentro do mesmo bioma (BRASIL, 2012). O artigo 15 diz que a vegetação presente em APPs poderá ser computada na porcentagem das RLs.

Todas estas alterações são medidas transitórias de readequação ambiental daquelas situações em desacordo com a antiga legislação. Essas medidas são polêmicas, porque muitos proprietários estão em desacordo com as antigas regras, e terão tais vantagens endossadas pelas regras transitórias. As propriedades rurais que cumpriram a legislação de 65 continuarão na mesma situação ambiental que se encontram. Aquelas que exploraram economicamente áreas destinadas a APPs e RLs, após 22 de julho de 2008, deverão realizar a recomposição florestal de acordo com os artigos 4º e 12 do novo Código Florestal (BRASIL, 2012), ou seja, obedecerão aos critérios técnicos já previstos no código de 1965.

Diante de todas estas alterações, há de se pensar que nada adianta mudar as regras e não conseguir aplicá-las, ou seja, não concertar um dos principais problemas de não cumprimento da antiga legislação florestal. Estamos falando da fiscalização e adequação ambiental dos imóveis.

Por isso a nova lei florestal traz no artigo 29 o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que se trata de um sistema de registro público eletrônico, em que o proprietário autodeclara a situação ambiental de seu imóvel rural. Na prática o documento servirá para que órgãos ambientais responsáveis realize a fiscalização, controle, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

Além do mecanismo de controle CAR, aparece outra novidade, o Plano de Regularização Ambiental (PRA) (Art. 59), que conduzirá os dispositivos legais do Capítulo XIII, que dispõe das regras transitórias, para adequação ambiental das propriedades ou posses rurais (BRASIL, 2012). Segundo o Decreto nº 7.830 de 17 de outubro de 2012, as ações relacionadas ao PRA deverão ser de responsabilidade dos estados, e para que os proprietários ou posseiros possam aderir ao programa deverão apresentar: Cadastro Ambiental Rural, termo de compromisso (disposto no Art.2º, inciso III), o Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas ou Alteradas (disposto no Art. 16) e as Cotas de Reserva Ambiental (CRA), quando couber (disposto no Art. 2º, inciso XVIII).

2.3. CARACTERÍSTICA FUNDIÁRIA DA ÁREA DE ESTUDO

O atual Código Florestal atribui novas regras para recuperação florestal das APPs, levando em conta o tamanho das propriedades, como dito anteriormente. A lei utiliza do conceito de módulos fiscais (MF) para estipular as novas regras, ou seja, o módulo fiscal está relacionado com o tamanho da propriedade. Para melhor compreensão, o Estatuto da Terra (Lei nº 4.504/64) conceitua módulo fiscal como uma unidade de medida em hectare fixada por cada município, sendo a medida mínima necessária para um imóvel rural desenvolver atividades econômicas. A determinação do tamanho de módulo é baseada no tipo de exploração predominante no município, renda obtida do mesmo, outros tipos de explorações relevantes e o conceito de "propriedade familiar" contido no Art. 4º desta mesma lei (BRASIL, 1964).

O município de Bandeirante-PR, onde se encontra a área de estudo, possui o MF em 18 hectares. A atividade econômica se baseia na agricultura, com destaque na produção de uva de mesa e cultivo protegido. Segundo Reis et al. (2008) o município possui 91% dos imóveis rurais classificados como minifúndio e pequena propriedade, ou seja, abaixo de 4 MFs (Tabela 2.3.1).

Tabela 2.3.1. Classificação dos imóveis rurais do município de Bandeirantes, quanto ao tamanho.

Propriedade	Área do imóvel	
	MF	ha
Minifúndio	< 1	<18
Pequena	=1 < 4	= 18 < 72
Média	≥4 = 15	≥72 = 270
Grande	> 15	> 270

MF = módulo fiscal, ha = hectares.

Fonte: REIS et al. (2011).

Em vista desta condição fundiária, a identificação das áreas de APPs serve como fomento de informações sobre a conformação espacial implícita pela nova legislação florestal. Além disso, com recuperação florestal das APPs, haverá alterações importantes nos atributos ecológicos destas áreas, podendo atingir direta e indiretamente, a sociedade local.

2.4. SERVIÇOS AMBIENTAIS

São definidos como serviços ambientais aqueles prestados por diversos agentes econômicos para conservação e/ou recuperação dos recursos naturais, podendo ser destacados a conservação e tratamento natural dos recursos hídricos, preservação e conservação da biodiversidade, a proteção do solo contra a erosão, a manutenção das florestas entre outros (MILLENIUM, 2005). Em outras palavras, são benefícios gerados através das ações humanas de manejo nos sistemas naturais (TÔSTO; et al, 2012). Muradian et al. (2010) complementa ainda que, os serviços ambientais oferecem associações benéficas de gestões dos ecossistemas, como agricultura sustentável e gestão de paisagens rurais.

Além dos serviços ambientais trazerem benefícios diretos e indiretos providos do sistema natural, existe também os benefícios monetários que se pode adquirir do manejo sustentável. Exemplo disso é o pagamento por serviços ambientais (PSA), que tem como objetivo, estimular a conservação dos atributos naturais com a estratégia de compensar

financeiramente os agentes (públicos e privados) que praticarem manejos sustentáveis. Wunder et al. (2008) afirmam que o mecanismo do PSA é um instrumento auxiliar eficaz de gestão ambiental e inclusão social, quando inserido nos propósitos políticos ambientais. A atual legislação florestal confere no Art. 41 a possibilidade de pagamentos ou incentivos por serviços ambientais prestados, de forma monetária ou não (BRASIL, 2012). Através dessa iniciativa legal, proprietários rurais poderão usufruir de uma renda extra, além é claro, de estar contribuindo com a melhoria dos atributos ecológicos de sua região.

2.5. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

A sociedade contemporânea vive numa dinâmica capitalista intensa, e com isso se agrega muito valor aos bens e serviços produzidos, deixando de lado o valor ambiental neles incluso, ou seja, muitos deles provêm de matéria-prima obtida na natureza sem qualquer reconhecimento. Os ecossistemas prestam serviços ambientais à natureza e à sociedade.

O crescimento populacional desenfreado e o crescimento econômico desorganizado observado nos últimos cem anos, em especial nas últimas décadas, têm provocado a exaustão dos recursos e a destruição dos ecossistemas naturais. Neste cenário de contínua degradação, a efetiva implantação de um modelo de desenvolvimento realmente sustentável requer melhor entendimento da medida da dependência humana com relação aos serviços ecossistêmicos e, por consequência, da vulnerabilidade do bem-estar humano em relação às mudanças nos ecossistemas (EFTEC, 2005). Dessa forma, a lógica econômica de maximização da produtividade deveria estimular o desenho de políticas econômicas voltadas a incrementar a produtividade dos ecossistemas e dos benefícios deles derivados (DAILY; FARLEY, 2004).

Atualmente tem crescido a ideia de valorar os serviços ecossistêmicos, justamente por reconhecê-los como essenciais na manutenção da vida na Terra, sua importância econômica e o bem-estar humano (TÔSTO, 2010). Daily (1997) define serviços ecossistêmicos como condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que a compõem, sustentam e preenchem a vida humana. Andrade & Romero (2010) complementam afirmando que os serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios diretos e indiretos, provenientes do funcionamento dos ecossistemas, apropriados pelo ser humano, ou seja, quando apresentam possibilidade/potencial de serem utilizados para fins humanos, porém, sem a interferência do homem.

Segundo o Millennium Ecosystem Assessment (2005), os serviços ecossistêmicos são classificados em quatro categorias: 1) Serviços de provisão - relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam eles alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel), matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos), fibras (madeiras, cordas, têxteis), fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água; 2) Serviços reguladores - benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças; 3) Serviços culturais - relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreativos, educacionais, estéticos e espirituais; e 4) Serviços de suporte - processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como presença de diversidade biológica, a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

2.5.1. Serviços ecossistêmicos fornecidos pelo ambiente sustentável

Desde o final da década de 1960, a questão da dependência social sobre a natureza tem sido discutida na literatura científica, destacando a capacidade dos ecossistemas saudáveis em fornecer serviços vitais de apoio ao sistema econômico e ao bem-estar social (HELLIWELL, 1969; DE GROOT, 1987; ODUM, 1971; WESTMAN, 1977).

Daily (1997) relata que os sistemas ecológicos possuem alta influência sobre os sistemas socioeconômicos, através do fornecimento de bens e serviços como alimentos, fibras, água, ar puro, polinização, regulação do clima, entre muitos outros. Assim, a economia é inteiramente suprida (e também restringida) pela disponibilidade de estoques de capital natural e os fluxos de serviços ecossistêmicos.

A abordagem dos ecossistemas para o desenvolvimento sustentável foi tema de muita discussão em muitas organizações internacionais, tais como Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), a Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), o Programa das Nações Unidas para o Ambiente, e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Além disso, países como o Reino Unido estão adotando a abordagem ecossistêmica para a política ambiental em nível nacional (DEFRA, 2011). A CDB define a abordagem através de

doze princípios. Duas das características mais importantes da abordagem é que ela é antropocêntrica e se concentra em tomada de decisões (BRASIL, 2000). Portanto, é de grande importância a gestão dos ecossistemas no contexto socioeconômico, a fim de manter serviços ecossistêmicos para os humanos e a conservação dos recursos deve ser equilibrado com a sua utilização. Além disso, argumenta-se que o poder de escolha para fim de gestão ecossistêmica deve levar em consideração a opinião social e científica (ROBINSON et al., 2013).

2.5.2. Serviços ecossistêmicos e agricultura

As práticas agrícolas, em seu estado da arte, representam uma forma de gestão sistemática de seus atributos, não somente a qualidade e a quantidade dos produtos são importantes, mas também o manejo dos componentes naturais que cada tipo de ambiente oferece. Por isso é necessário a compreensão da dinâmica dos serviços ecossistêmicos, buscando assim a maneira mais sustentável de gestão. Gomez-Baggethun et al (2010) afirmam que atualmente a estrutura de serviços ecossistêmicos é amplamente estudada de forma a entender como as práticas agrícolas podem impactar os ecossistemas, e vice-versa.

Sistemas agroecológicos, são tradicionalmente considerados fontes de serviços ecossistêmicos de provisão, ou seja, produz alimento, fibra, energia entre outros. Porém, pesquisas recentes apontam contribuições para outros tipos de serviços (MILLENNIUM, 2005). Zhang et al (2007) destaca relações de interdependência entre serviços ecossistêmicos e agricultura, dizendo que os serviços proporcionam benefícios diretos de produção para a agricultura, por outro lado, a agricultura fornece uma gama de "provisionamentos", que são negociados nos mercados de commodities. Agricultura pode ainda sustentar os serviços de suporte e regulação (MEA, 2005; SWINTON et al., 2006). Outros autores como Dale e Polasky (2007) reforçam esta ideia e citam alguns exemplos como a vegetação perene, que promove a regulação hídrica, estruturação do solo e retenção de nutrientes. Lavouras ou plantações de cobertura aumentam a matéria orgânica do solo, o que ajuda no armazenamento de água e reduz a erosão do solo. Retenção de resíduos de culturas pode reduzir a erosão e aumentar o sequestro de carbono do solo, que auxiliam na mitigação das mudanças climáticas.

Power (2010) também ressalta essa ideia, dizendo que os agroecossistemas são ao mesmo tempo fornecedores e consumidores de serviços ecossistêmicos, e estão intimamente interligados ao conjunto de serviços de suporte e serviços de regulação. Serviços de suporte

inclui biodiversidade genética para uso em culturas e pecuária, formação e estruturação do solo, fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes e o fornecimento de água. Já os serviços de regulação são oferecidos para agricultura pelos polinizadores e inimigos naturais da vegetação natural. Os ecossistemas também podem purificar a água e regular o seu fluxo em sistemas agrícolas, proporcionando quantidade e qualidade apropriada para o crescimento das plantas.

Serviços culturais também são importantes para os sistemas agroecológicos. Ambientes agrícolas e seus produtos apresentam grande valor nos costumes das comunidades humanas. Outra conotação importante são os valores intrínsecos na conservação da biodiversidade, que também pode ser considerado um serviço do ecossistema cultural influenciada pela agricultura, uma vez que a maioria das culturas reconhece a valorização da natureza como um valor humano explícito. Por outro lado, a biodiversidade pode contribuir com uma variedade de serviços de suporte (DAILY, 1997).

As atividades agrícolas têm o poder de modificar ou diminuir a oferta dos serviços ecossistêmicos em ambientes não gerenciados ou mal gerenciados, caso contrário, agroecossistemas se capacita a ofertar ampla quantidade de serviços ecológicos. (POWER, 2010).

2.5.3. Sequestro e armazenamento de carbono

Sabemos que todas as plantas tem a capacidade de capturar dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera e realizar fotossíntese. Por causa dessa reação bioquímica, parte do carbono é devolvido à atmosfera através da respiração e outra parte é incorporada pelas plantas, formando sua biomassa vegetal. Este carbono que constitui a biomassa da planta, dizemos que foi sequestrado do ambiente. Num contexto ecossistêmico, onde ocorrem diversos tipos de interações bióticas e abióticas, esta capacidade de sequestrar o carbono atmosférico se caracteriza como uma função ecossistêmica. Tal função integrada ao ambiente se torna ao final, um serviço ecossistêmico de regulação ambiental (MILLENNIUM, 2005). O serviço de estocagem de carbono provido pela floresta auxilia a regulação climática e a manutenção do ciclo do carbono no ambiente (VIEIRA et al., 2005). Segundo Fonseca et. al. (2011), as florestas geralmente armazenam mais carbono do que liberam ao ambiente. Apesar dos conhecimentos adquiridos, o comportamento do carbono nas florestas, ainda não é compreendido satisfatoriamente (HOOVER et al., 2012). Figueiredo et al. (2015) atribuem a

busca por melhores estudos, dada ao aumento dos níveis de carbono lançados na atmosfera, portanto, há a necessidade de compreender como cada ambiente e cada espécie de planta se comporta a tal função ecossistêmica.

Alguns autores como Souza et al. (2011), Amaro et al. (2013), Torres et al. (2013), Gaspar et al. (2014) e Figueiredo et al. (2015) adotaram metodologias internacionais e regionais para a realização de estudos que quantifiquem o carbono armazenado em fragmentos florestais. Mas antes é necessário identificar os reservatórios de carbono e compreender seu funcionamento. O termo biomassa vegetal corresponde ao material orgânico oriundo das plantas, e estão divididos em quatro reservatórios, sendo eles: biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, serrapilheira e necromassa (BIRDSAY, 2006).

A biomassa acima do solo corresponde aos galhos, troncos, folhas, sementes e vegetação rasteira. A biomassa abaixo do solo são as raízes vivas. Já a serrapilheira é o material inferior a 2 centímetros encontrado no chão das florestas, como, compostos de folhas, flores, sementes e galhos. A necromassa se caracteriza como matéria vegetal morta encontrada também no solo (CARDOSO et al., 2015).

2.5.4. Influência do Novo Código Florestal sobre a armazenagem de carbono

A Floresta Atlântica é um dos biomas mais importantes do Brasil devido a sua biodiversidade e função ecológica. Estudos revelam um cenário florestal severamente fragmentado e desprotegido, contendo apenas 12% da cobertura original, onde se configura na sua maioria, em fragmentos de estágio de sucessão secundária (CONSERVATION INTERNACIONAL DO BRASIL, 2000; TABARELLI et al., 2005; RIBEIRO et al., 2009). Laurance et al. (2007) ressaltam que a floresta fragmentada causa impacto na biomassa florestal, de forma a diminuir a densidade da mata, assim, se observa a formação de ilhas de vegetação que ficam expostas aos intempéries climáticas o que aumenta ainda mais o processo de degradação.

Pela ótica conservacionista, o atual Código Florestal brasileiro despertou muitas dúvidas em relação às conformações geoespaciais das áreas destinadas à proteção, tanto as APPs quanto as RLs. A nova legislação é peça fundamental para fiscalização (SOARES FILHO et al., 2014), e servirá como instrumento legal nas pretensões de adequação às metas ambientais internacionais, em especial o conjunto de ações para Redução das Emissões

provenientes dos Desmatamentos e da Degradação florestal (REED) (UNFCCC, 2011). Tal documento objetiva conservar os estoques de carbono nas florestas, manejar as florestas de formas mais sustentáveis e conseqüentemente, aumentar os estoques de carbono florestal (BRASIL, 2011).

No Brasil, pouco se sabe sobre os impactos regionais e locais que a nova legislação florestal causará sobre os fragmentos florestais e os estoques de carbono. Pesquisas estão sendo realizadas, porém, demanda certo tempo para obter dados conclusivos. Enfim, o que se projeta é um futuro incerto sobre esta questão.

2.5.5. Mercado do carbono

O mercado de créditos de carbono surgiu a partir do Protocolo de Kyoto em 1990, onde ficou estabelecido o compromisso dos países desenvolvidos reduzirem suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), entre o período de 2008 a 2012. Para certificar as reduções de emissões dos gases, o Protocolo de Kyoto criou o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este departamento ficou responsável por emitir certificados de reduções para que servissem de documentos para comercializar os créditos de carbono (cada crédito de carbono corresponde a uma tonelada de CO₂ (dióxido de carbono), negociável no mercado) (MCT, 2001).

Ainda no Protocolo de Kyoto, o MDL possibilitou a participação dos países em desenvolvimento (por exemplo, o Brasil) a comercializar créditos de carbono dentro de um mercado regulado (PAIVA; JUNIOR; SOUZA, 2011). Para negociar neste tipo de mercado, o MDL exige uma série de certificações ambientais emitidas por órgãos governamentais (MCT, 2001), ou seja, no mercado regulado os participantes estão submetidos às regras dispostas pelo Protocolo de Kyoto. Outra alternativa para negociar o carbono é o mercado voluntário, que dispensa a maior parte da burocracia exigida no MDL. As regras deste mercado são ditadas pela relação entre os participantes, que buscam através da contribuição para o combate ao problema das mudanças climáticas, ganhos de legitimidade associados à marca, imagem e responsabilidade socioambiental (SEIFFERT, 2009).

O Brasil teve seu primeiro projeto MDL negociado no mercado regulado no ano de 2004, desde então, o país aumentou suas iniciativas e muitos outros projetos foram negociados, obtendo destaque no mercado mundial (MCT, 2011). O mercado voluntário

também se destacou, como no ano de 2014, quando compradores investiram 46,1 milhões de dólares nos projetos de compensação latino-americano, e o Brasil participou com a venda de 13,4 milhões de dólares em projetos (GOLDSTEIN; NEYLAND; BODNAR, 2015).

Através do Ministério da Fazenda, o Brasil iniciou em 2010 a elaboração de um mercado interno de carbono, o chamado Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. Questões burocráticas emperraram o andamento do projeto no Ministério da Casa Civil, porém, os trabalhos foram retomados recentemente (AZEVEDO, 2015).

3. ARTIGO A: GEOESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE FRENTE ÀS ALTERAÇÕES DO CÓDIGO FLORESTAL

3.1. Resumo

O atual Código Florestal reduziu as exigências mínimas das larguras das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), gerando polêmica entre a sociedade, pois, se questiona os efeitos ambientais desta redução. O estudo objetivou quantificar as APPs em três microbacias de Bandeirantes – PR, a fim de constatar as alterações impostas pelas mudanças no Código Florestal, assim como, averiguar o cenário atual e propor um modelo de recuperação. Para tanto foi necessário uso de geotecnologias, como imagem orbital e sistema de informação geográfica (SIG). Os resultados mostraram que três, dos quatro modelos produzidos estão com a cobertura florestal inferior a exigida pelo Código de 1965. A situação atual das APPs se apresenta em números parecidos com o exigido no Código de 2012, porém com matas fragmentadas e descontínuas. O modelo de recuperação obteve os valores de APPs mais próximos do modelo da antiga legislação. Conclui-se que o Código Florestal vigente reduz as áreas destinadas a APPs em relação ao antigo Código, e que mais da metade das propriedades da área do estudo terão anistia na atual legislação, gerando assim, incertezas quanto a eficiência ambiental das APPs.

Palavras-chave: Legislação florestal. APP. Matas ripárias.

3.1. Abstract

The current Forest Code reduced the minimum requirements of the widths of the Permanent Preservation Areas (PPAs), generating controversy among the society, as if questioning the environmental effects of this reduction. Therefore, the study aimed to quantify the PPAs in three Bandeirantes catchments - PR, in order to determine the changes imposed by changes in the Forest Code, as well as assess the current situation and propose a recovery model. Therefore it was necessary to use geotechnology, such as orbital image and geographic information system (GIS). The results showed that three of the four models are produced with forest cover less than required by the Code of 1965. The current situation of PPAs is present in similar numbers with the requirements in the Code of 2012, but with fragmented and discontinuous forests. The recovery model obtained the PPAs values closer to the model of the old law. We conclude that the current Forest Code reduces the areas for PPAs over the old code, and that more than half of the study area properties have amnesty in the current legislation, thus generating uncertainty about the environmental efficiency of PPAs.

Key-words: Forest legislation. PPA. Riparian forests.

3.2. Introdução

A implantação do atual Código Florestal (Lei nº 12.651/12) no Brasil trouxe diversas mudanças e discussões na gestão dos recursos ambientais no país, atingindo todo âmbito social e político, o que diversifica as opiniões e gera polêmica entre ambientalistas e produtores rurais. O atual Código apresenta duas novidades que dividem opiniões na sociedade, uma delas trata das áreas consolidadas, que se caracterizam por áreas ocupadas até 22 de julho de 2008, onde se autoriza manter atividades de natureza econômica. A outra condiz às regras transitórias (Art.61A), que alteram a largura das faixas marginais dos cursos d'água e nascentes, denominadas Área de Preservação Permanente (APP).

Quando aplicadas as regras transitórias em pequenas propriedades rurais, ou seja, menores que 4 módulos fiscais, a obrigatoriedade de recomposição das APPs podem reduzir de 30 para até 5 metros de margem, independentemente da largura do rio. No entorno de nascentes o raio de proteção vegetal pode cair de 50 para 15 metros. A nova Lei preconiza ainda que nas propriedades com tamanho inferior a 4 módulos fiscais, a recomposição da Reserva Legal (RL) não é obrigatória (BRASIL, 2012).

No Brasil, segundo Soares Filho et al. (2014), 53% da vegetação nativa estão localizadas em propriedades privadas, com as mudanças na legislação florestal, ocorreu a anistia de 58% dos desmatamentos ilegais antes de 2008 em APPs e RLs e a redução de 50 milhões de hectares para 21 milhões de hectares a serem restaurados.

Sparovek et al. (2011) relatam que 92% da vegetação natural remanescente do bioma Mata Atlântica encontra-se em propriedades privadas, por isso o Código Florestal é peça fundamental de equilíbrio entre produção agrícola e conservação ambiental. Tal importância se deve ao fornecimento de diversos tipos de serviços ecossistêmicos, como, armazenar carbono (C), abrigo da biodiversidade, fornecimento de água de boa qualidade e abundância, estruturação dos solos e entre outros, proporcionada pela vegetação nativa (MILLENNIUM, 2005).

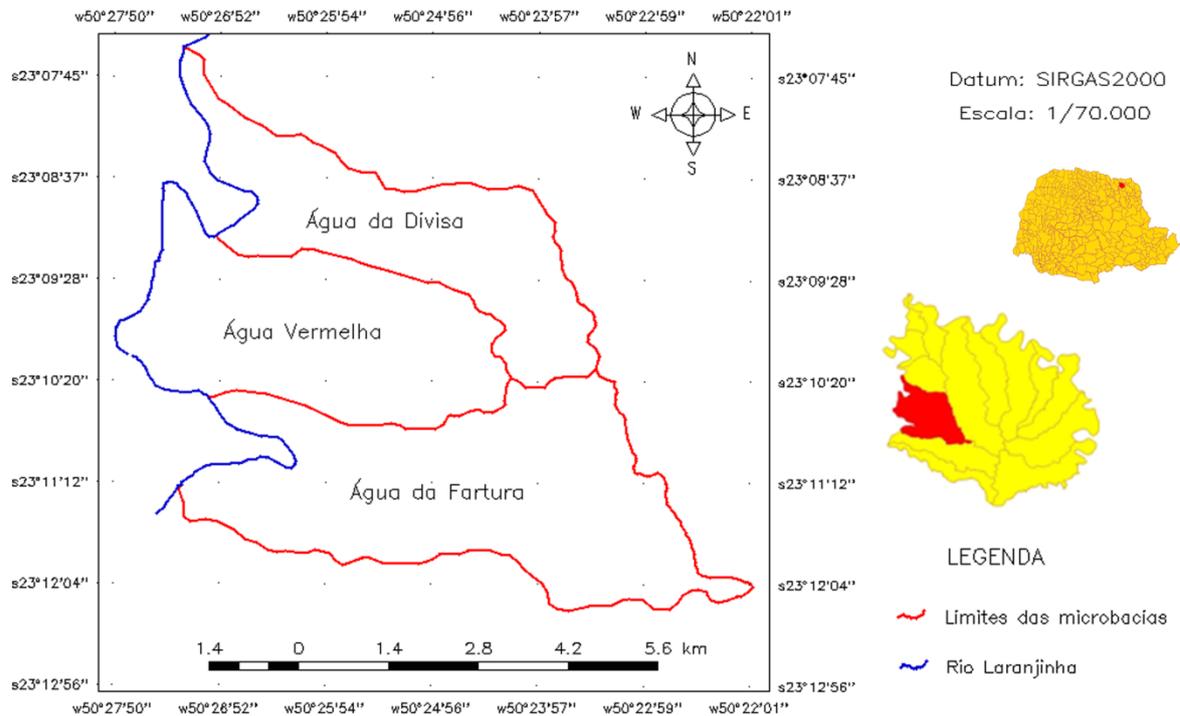
Atualmente procura-se estabelecer critérios robustos que determinem a largura das faixas de APPs ideais, para que se cumpra o papel de proteção ambiental desejada (SBPC, 2012). Os propósitos socioeconômicos também devem ser levados em conta na determinação das faixas de APPs, no entanto, esse fator foi o determinante na elaboração da nova legislação (IPAM, 2014).

O município de Bandeirantes, localizado na Mesorregião do Norte Pioneiro do Paraná, possui 91% dos imóveis rurais classificados como minifúndio e pequena propriedade. A economia da região é baseada na agricultura, em sua maioria produtores de uva de mesa, tendo destaque socioeconômico no município (REIS; REIS; ABI SAAB, 2008). Em vista desta situação fundiária e do viés socioeconômico, a compreensão dos aspectos ambientais frente às alterações do Código Florestal (LEI Nº. 12.651/12) torna-se relevante. A caracterização geoespacial das APPs de acordo com as regras da antiga e da nova legislação florestal, juntamente com os fragmentos de florestas atuais, servirá de fomento para informações que norteará o Programa de Regularização Ambiental (PRA). Portanto, o objetivo do trabalho foi quantificar as APPs sob as imposições legais referentes aos Códigos Florestais de 1965 e 2012, realizar o levantamento das matas ripárias existentes e elaborar um modelo de recuperação florestal.

3.3. Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado em três microbacias do município de Bandeirantes - PR, localizadas no retângulo envolvente formado pelas coordenadas O 50° 28' 48", S 23° 12' 11" e O 50° 20' 40", S 23° 08' 13". Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (subtropical) com verões quentes e chuvosos e baixa frequência de geadas, precipitação média anual em torno de 1600 a 1800 mm e umidade relativa do ar entre 75 e 80%.

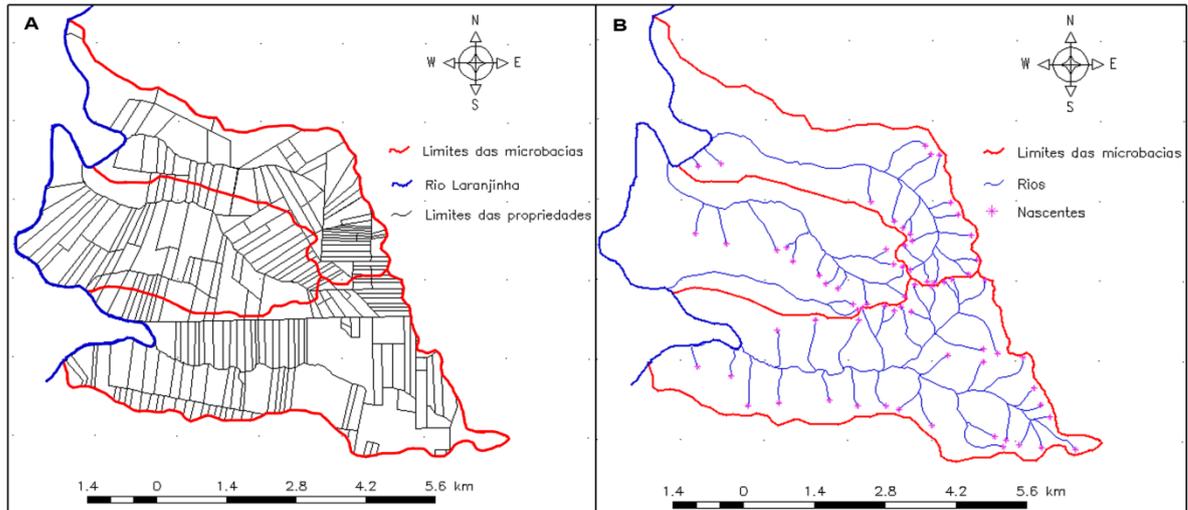
Figura 3.3.1. Área de estudo e sua geolocalização.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008).

A área de estudo possui 4.220,16 hectares, que corresponde a 9,48% da área do município de Bandeirantes. Contém 273 propriedades, representando 22,47% do total de propriedades do município. A hidrografia é composta por 70 nascentes, 71 córregos menores que 10 metros de largura e o Rio Laranjinha, afluente de maior representatividade nas microbacias, com largura de leito que variando entre 50 e 80 metros (Figura 3.3.2). Devido à conformação do relevo suave ondulado, não existem APPs de topo de morro nem encostas íngremes.

Figura 3.3.2. Geolocalização fundiária e hidrográfica.



A= mapa fundiário, B = nascentes e redes de drenagens.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008).

Os dados foram processados no software SPRING (Versão 5.2.6.), que é um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Foi introduzido no sistema o banco de dados de Reis et al. (2008), composto pela base cartográfica do IBGE, com detalhes sobre relevo e redes de drenagens, e também o mapa fundiário do município, que mostra de forma detalhada o tamanho das propriedades (Figura 3.2).

O trabalho contém quatro mapas digitais, sendo três modelos de simulação e um real. Primeiramente foi criado o mapa digital das microbacias com as faixas de APPs de acordo com as normas do Código Florestal de 1965 (Modelo antigo), ou seja, faixas de 30 e 100 metros de largura. O segundo modelo segue as regras do Código Florestal de 2012, com faixas de APP de 5 metros que compuseram as propriedades menores de um módulo fiscal, 8 metros para propriedades de um a dois módulos, 15 metros para três a quatro módulos, e 20 metros para imóveis acima de quatro módulos fiscais, conforme artigo 61-A (Modelo novo). O terceiro passo foi realizar o levantamento dos fragmentos de APP existentes atualmente, assim, compondo o terceiro mapa (Situação atual). Por fim, o quarto mapa simulou a recuperação das áreas destinadas a APP de acordo com as determinações legais (Modelo de recuperação).

Para o levantamento da situação atual das APPs, foi inserida no SIG uma imagem orbital da região. A imagem pertence ao satélite RapidEye AG (2015) com resolução espacial de 5 metros, datada do dia 21 de novembro de 2012. Foi realizada a classificação

supervisionada maxver a 99% de limiar de aceitação, utilizando banda monocromática. As APPs foram classificadas em polígonos e posteriormente quantificadas.

Após o levantamento das APPs através da imagem orbital, realizou-se a validação de campo com visitas aos locais mapeados.

3.4. Resultados e Discussão

Os resultados mostram que todos os modelos apresentaram redução das áreas destinadas à APPs em comparação ao modelo do antigo Código Florestal (MA) (Tabela 3.4.1).

Tabela 3.4.1. Quantificação das APPs em cada estratificação fundiária segundo os modelos estudados.

Propriedades em MFs	NP	MA (ha)	MN (ha)	SA (ha)	MR (ha)
< 1	155	207,37	32,39	37,98	70,78
1 a 2	51	152,88	34,67	54,85	76,99
2 a 4	16	99,53	31,92	30,25	50,08
> 4	12	127,98	68,27	51,99	110,00
s/APP	39	-	-	-	-
Total	273	587,76	167,25	175,07	307,85

MF = módulo fiscal, s/APP = sem exigência de APP, NP = número de propriedades, MA = modelo antigo, MN = modelo novo, SA = situação atual, MR = modelo de recuperação, ha = hectares.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008) e Reis (2011).

A análise dos modelos representativos do Código Florestal de 2012 (MN) e da situação atual (SA) evidencia valores de APPs próximos, sendo o fator diferencial, as propriedades de 1 a 2 módulos fiscais da SA, que juntas apresentam maior conservação das florestas ripárias do que as demais classes de imóveis. Os resultados do MN foram inferiores a todos os outros modelos analisados, isso porque as larguras das APPs são levadas aos limites legais das regras transitórias do Código Florestal de 2012.

Os valores do modelo de recuperação (MR) foi o que mais se aproximou do MA, com destaque para as médias e grandes propriedades, que chegaram a uma quantidade de APPs próxima ao preconizado na antiga legislação. Isso porque as APPs pouco reduziram, caindo

de 30 para 20 metros de largura. As pequenas propriedades foram ao contrário, caiu de 30 para até 5 metros de largura para aqueles imóveis que se encaixam nas regras transitórias.

Em todos os modelos estudados as pequenas propriedades possuem papel importante para o resultado expresso na Tabela 3.4.1. Os resultados mostram que de 234 propriedades rurais que possuem áreas destinadas à APP, apenas 12 delas são consideradas médias e grandes propriedades.

A comparação entre os modelos trouxe diferenças significativas. Os modelos MN e SA quando comparados com o MA, mostram reduções das APPs bem parecidas, em torno de 420 a 412 hectares, respectivamente. A comparação entre MN e SA aponta que as APPs foram preservadas, com valores acima do modelo do Código Florestal de 2012 (7,82 ha a mais). Como dito anteriormente, o MR é o modelo que chega mais próximo aos valores de MA, cerca 279 hectares a menos. Através da análise comparativa entre MR e SA, pode-se supor que para a readequação ambiental das médias e grandes propriedades, terá que ser recomposto mais que o dobro de mata existente, 58 hectares a mais dos 51 existentes. Para a área de estudo será necessário o acréscimo de 75% de APP, ou seja, 132 hectares a mais de floresta ripária (Tabela 3.4.2).

Tabela 3.4.2. Comparativo entre os modelos estudados.

Propriedades em MFs	Dif. (%) MA vs MN	Dif. (%) MA vs SA	Dif. (%) MA vs MR	Dif. (%) SA vs MN	Dif. (%) MR vs MN	Dif. (%) MR vs SA
< 1	84,38	81,68	65,87	*17,25	*118,52	*86,36
1 a 2	77,32	64,12	49,64	*58,20	*122,06	*40,36
2 a 4	67,93	69,61	49,68	5,23	*56,89	*65,55
> 4	46,66	59,38	14,05	23,85	*61,12	*111,57
Total	71,53	70,21	47,62	*4,67	*84,06	*75,84

MF = módulo fiscal, NP = número de propriedades, MA = modelo antigo, MN = modelo novo, SA = situação atual, MR = modelo de recuperação, Dif. = diferença entre os modelos, * = superávit, vs = comparação de um modelo para outro.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008) e Reis (2011).

Ao observar os imóveis rurais na SA foi possível identificar quais deles estão com passivos ambientais, ou seja, um panorama geral das propriedades que possivelmente irão aderir ao PRA. (Tabela 3.4.3).

Tabela 3.4.3. Demonstrativo do número das propriedades em situação de passivo ambiental.

MF	NP	PA	SF
< 1	155	89	48
1 a 2	51	23	3
2 a 4	16	11	1
>4	12	8	3
Total	234	131	55

MF = Módulo fiscal, NP = número de propriedades, PA = Passivo Ambiental, SF = sem nenhum fragmento florestal.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008).

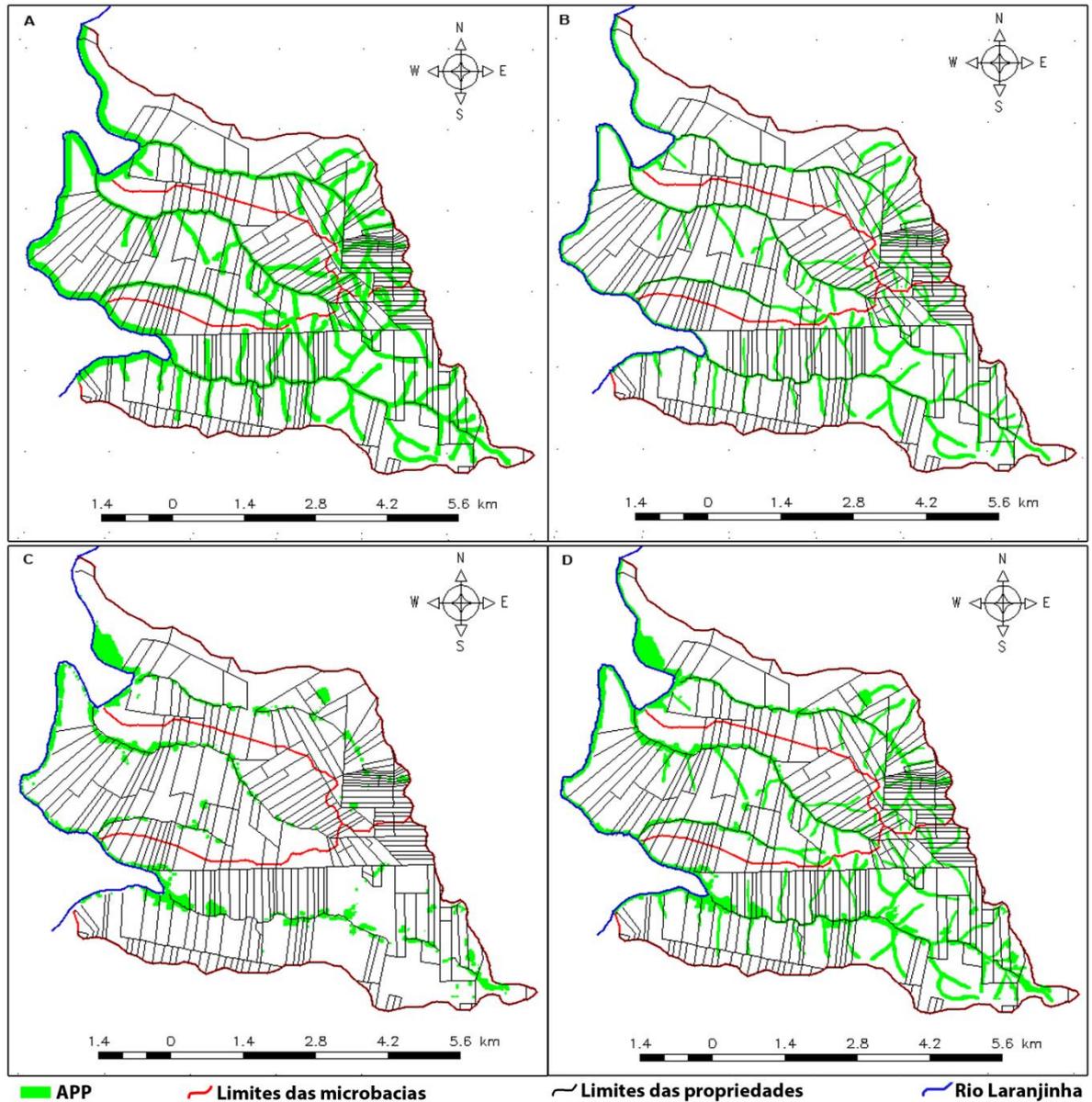
Os Imóveis que não possuem passivos ambientais chegam a 44,02% (103 propriedades), os outros 55,92% (131 propriedades) são passivos e serão anistiados pelas regras transitórias do atual Código Florestal. Algumas propriedades não apresentam nenhum fragmento de mata nas APPs, chegando 23,50% do total de imóveis (55 propriedades).

O motivo de haver tantas propriedades com passivos ambientais deve-se a morosidade da justiça e dos agentes fiscalizadores, corrupções e fraudes, pouco incentivo econômico entre outros (SPAROVEK et al, 2011).

A situação exposta pelos resultados levanta especulações sobre as condições ambientais e socioeconômicas. Pode-se dizer que com mais áreas agricultáveis, maiores os níveis de produção agropecuária, fator importante para o quadro socioeconômico. Porém surgem questionamentos sobre fatores ambientais, até porque, a característica fundiária do município segue o mesmo padrão da área de estudo, ou seja, com predomínio dos pequenos imóveis (REIS, 2011). Esta característica fundiária não se limita ao município Bandeirantes, segundo o censo agropecuário de 2006, no Brasil, 90% das propriedades são de pequeno porte (SPAROVEK et al., 2011).

Além das larguras das APPs, é importante analisar o efeito da distribuição geoespacial das APPs (Figura 3.4.4).

Figura 3.4.4. Distribuição geoespacial das APPs segundo os modelos estudados.



A = modelo antigo (MA), B = modelo novo (MN), C = situação atual (SA), D = modelo de recuperação (MR).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008) e Reis (2011).

No MN o efeito desuniforme das APPs entre as divisas das propriedades pode apresentar maior metragem de zona ripária e seu vizinho menor, alinhados ao mesmo rio. Já o MA contrasta com a disposição espacial do MN, mantém uniformidade das larguras das zonas ripárias (30 m nos córregos e 100 m no Rio Laranjinha) entre as propriedades. A SA evidencia APPs totalmente fragmentadas, concentradas em maior parte nas desembocaduras dos córregos e as margens do rio Laranjinha, mostrando que as cabeceiras dos córregos juntamente com as nascentes não apresentam fragmentos de mata. O MR apresenta o efeito

desuniforme contido no MN, porém, a fragmentação das APPs desaparece, o que aumenta a continuidade das matas e conseqüentemente reforça os corredores ecológicos.

A falta de proteção vegetal nas nascentes ocasiona problemas no desempenho hídrico, afetando a qualidade e a quantidade de água fornecida (RODRIGUES, 2006). Quando há vegetação protetora, a qualidade da água melhora em diversos parâmetros físicos e químicos do que a nascente sem proteção (MARMONTEL & RODRIGUES, 2015).

A conformidade geoespacial das APPs apresentada no MN na SA pode interferir no efeito de borda das matas ripárias, de forma a aumentar a degradação da mata, diminuir a diversidade biológica e conseqüentemente desequilibrar o sistema ecológico. Dentre diversos fatores importantes para eficiência ambiental das APPs, como topografia, conectividade de fragmentos, qualidade de ambiente, o mais relevante é a largura da faixa marginal, por estar intimamente ligado à minimização do efeito de borda das matas (LAURANCE & LAURANCE, 1999; METZGER et al. 1997). A floresta fragmentada causa impacto na biomassa florestal, de forma a diminuir a densidade da mata, assim, observa-se a formação de ilhas de vegetação que ficam expostas às intempéries climáticas o que aumenta ainda mais o processo de degradação (LAURANCE et al., 2007).

A ausência de regras com melhores critérios técnicos para a determinação da largura mínima da APP é preocupante, pois como não é levado em consideração ao menos o relevo apresentado nas bordaduras das calhas dos meios hídricos, assim, pode surgir cenários onde a faixa mínima de apenas 5 metros de largura, seja insignificante para a preservação ambiental (ANDRADE; REIS; REIS, 2015). MONTEIRO et al. (2013) concluem que a fixação de largura de APP imposta na nova Lei, não condiz com às necessidades ambientais, e que características regionais como: clima, tipos e usos tradicionais do solo, geomorfologia, são determinantes na relação mútua de cada serviço ecossistêmico fornecido pelas APPs.

Mesmo a largura de 30 metros de zona ripária, como preconizava o antigo Código Florestal, não é considerada ambientalmente adequada, pois a largura da faixa de APP depende do enfoque do serviço ambiental, além dos fatores regionais (COELHO; BUFFON; GUERRA, 2011). As matas ripárias são determinantes na manutenção do ciclo hidrológico das microbacias, estendendo-se é claro, para o conjunto de bacias hidrográficas. As matas ripárias possuem forte influência sobre a composição química da água de drenagem, no transporte de matéria orgânica, intensidade de escoamento superficial e na recarga de aquíferos (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

3.5. Conclusões

O presente estudo conclui que o atual Código Florestal apresenta redução das áreas destinada a APP em relação ao antigo Código. Dentre os modelos estudados, o que mais chega próximo dos valores do MA é o MR, isso porque o modelo de recuperação associa o levantamento de fragmentos de matas do SA com as determinações legais propostas no MN. Por este motivo, é possível constatar que mais da metade das propriedades da área de estudo terão a anistia proporcionada pelo atual Código Florestal.

A análise de SA permite concluir que há alta degradação das zonas ripárias nas nascentes e cabeceiras dos córregos e que as pequenas propriedades obtiveram por preservarem maiores quantidades de mata nas APPs. No entanto, é importante ressaltar que os fragmentos de matas existentes na SA não representam maior sanidade ambiental, uma vez que, há descontinuidade entre os fragmentos, problema este, solucionado pelo MR.

Apesar do MR representar a conformação geoespacial das APPs após o Plano de Regularização Ambiental, a eficiência ambiental esperada das APPs, é fator desconhecido e motivo de muitas discussões no meio científico. Por isso, estudos nesse âmbito são de grande importância para gestão e política ambiental.

4. ARTIGO B: ESTIMATIVA E VALORAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES FRENTE À RECUPERAÇÃO FLORESTAL

4. 1. Resumo

O atual Código Florestal dispõe de novas regras para recuperação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs). Essas regras projetam um futuro desconhecido em relação aos estoques de carbonos providos neste ecossistema. Por conta disso, o estudo objetivou estimar e valorar os estoques de carbono de biomassa aérea das APPs, perante a atual situação e numa recuperação florestal simulada. A metodologia se baseou no uso de geotecnologias, como imagem orbital e sistema de informação geográfica (SIG), bem como valores constantes de estoques de carbono encontrados na literatura e a média de preço do carbono negociado nos mercados do ano de 2014. Os resultados estimaram que os estoques de carbono na situação atual são de 7.944 Mg.C.ano⁻¹ (valor de US\$ 215.743) e no modelo de recuperação é de 13.970 Mg.C.ano⁻¹ (valor de US\$ 379.397). Numa análise temporal, a taxa de incremento anual foi de 132 Mg.C (valor de US\$ 3.584). No acumulado de 14 anos após a recuperação florestal, o estoque é de 253.305 Mg.C obtendo-se o valor de US\$ 6.879.257. Conclui-se que as novas regras de recuperação das APPs aumentarão os estoques de carbono na área de estudo, possibilitando futuros pagamentos por serviços ambientais às propriedades.

Palavras-chave: Mercado de carbono. Serviços ecossistêmicos. APP. Legislação florestal.

4.1. Abstract

The current Forest Code provides for new rules for recovery of Permanent Preservation Areas (PPAs). These rules design an unknown future in relation to carbon stocks provided in this ecosystem. Because of this, the study aimed to estimate and value the aboveground biomass carbon stocks of PPAs, before the current situation and a simulated forest recovery. The methodology was based on the use of geo-technologies such as orbital image and geographic information system (GIS) as well as constant values of carbon stocks in the literature and the average carbon price negotiated in 2014 year markets. The results estimated the carbon stocks in the current situation are 7.944 Mg.C.ano⁻¹ (value of US\$ 215.743) and the recovery model is 13.970 Mg.C.ano⁻¹ (value of US\$ 379.397). In a time analysis, the annual growth rate was 132 Mg.C (value of US\$ 3.584). Accumulated 14 years after forest recovery, the stock is 253.305 Mg.C obtaining the value of US\$ 6.879.257. We conclude that the new rules for recovery of APPs increase carbon stocks in the study area, enabling future payments for environmental services to properties.

Key-words: Carbon Market. Ecosystem services. PPA. Forestry legislation.

4.2. Introdução

O atual Código Florestal (Lei nº 12.651/12) apresenta diversos dispositivos legais que dividem opiniões na sociedade brasileira. Um dos principais motivos de divergência fica a cargo das Áreas de Preservação Permanentes (APP), que tiveram suas larguras de faixas de florestais reduzidas em relação ao antigo Código Florestal (Lei nº 4771/65). Outro motivo recai sobre as áreas consolidadas, que se caracterizam por áreas ocupadas até 22 de julho de 2008, podendo desenvolver atividades de natureza econômica. Estas são regras transitórias, que só podem ser aplicados em propriedades que fizeram uso econômico das áreas destinadas à APP até a data referida.

Quando aplicadas as regras transitórias em pequenas propriedades rurais, ou seja, menores que 4 módulos fiscais (MFs), a obrigatoriedade de recomposição das APPs podem reduzir de 30 para até 5 metros de margem, independentemente da largura do rio. No entorno de nascentes o raio de proteção vegetal pode cair de 50 para 15 metros. A nova Lei preconiza ainda que nas propriedades com tamanho inferior a 4 MFs, a recomposição da Reserva Legal (RL) não é obrigatória (BRASIL, 2012). Segundo Soares-Filho et al. (2014), no Brasil, houve a anistia de 58% dos desmatamentos ilegais antes de 2008 em APPs e RLs, ou seja, são áreas que irão aderir às regras transitórias para recuperação florestal.

Por conta destas alterações na largura das faixas de APP, surgem diversos questionamentos sobre a eficiência ambiental das mesmas. Isso porque, estas áreas apresentam importância na dinâmica dos atributos ecológicos. Essa dinâmica gera interações que conduzem ao fornecimento de serviços ecossistêmicos (MILLENNIUM, 2005). Estes serviços são definidos como os benefícios diretos e indiretos, provenientes do funcionamento dos ecossistemas, apropriados pelo ser humano, ou seja, quando apresentam possibilidade/potencial de serem utilizados para fins humanos, porém, sem a interferência do homem (ANDRADE; ROMERO 2010). Um bom exemplo disso é a capacidade de as florestas armazenarem carbono, o que auxilia na regulação climática e na manutenção do ciclo do carbono no ambiente (VIEIRA et al., 2005). Estudos indicam que as florestas geralmente armazenam mais carbono do que liberam ao ambiente (FONSECA et al., 2011).

No Brasil existe a preocupação da manutenção e exploração do estoque de carbono florestal. Isso porque este serviço está diretamente relacionado com as metas internacionais como a Redução das Emissões dos Desmatamentos e da Degradação florestal (REDD+), podendo assim, gerar pagamentos por este serviço (BRASIL, 2011). Para estimular a

diminuição da emissão de carbono, o Art.41 da atual legislação florestal, estabelece um programa de apoio e incentivo à preservação e recuperação ambiental, no qual que confere a possibilidade de pagamentos por serviços ambientais prestados pela recuperação e conservação florestal (BRASIL, 2012).

O Brasil, através do Ministério da Fazenda, iniciou em 2010 os trabalhos para elaboração de um mercado interno de carbono, porém, esta iniciativa sofre com a morosidade da máquina pública (AZEVEDO, 2015). Apesar deste impasse, é possível precificar o carbono utilizando fontes de mercados internacionais estabelecidos. Com isso, perante a realidade da política ambiental e socioeconômica brasileira, torna-se importante conhecer a potencialidade das APPs em prover o serviço ecossistêmico de estoque de carbono, e partir dessas informações, estabelecer o valor desses estoques. As informações geradas em escala regional identificam peculiaridades e norteiam tomadas de decisões das políticas locais. Portanto, o objetivo de trabalho foi estimar e valorar o estoque de carbono em biomassa aérea das APPs, frente às determinações legais para recuperação florestal exigida no atual Código Florestal.

4.3. Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado em três microbacias do município de Bandeirantes-PR. A área de estudo pertence ao bioma Mata Atlântica e se localiza no retângulo envolvente formado pelas coordenadas O 50° 28' 48", S 23° 12' 11" e O 50° 20' 40", S 23° 08' 13". Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (subtropical) com verões quentes e chuvosos e baixa frequência de geadas, precipitação média anual em torno de 1600 a 1800 mm e umidade relativa do ar entre 75 e 80%.

Para análise da área de estudo utilizou-se dois mapas, sendo o primeiro, o levantamento das APPs na situação atual (SA). O segundo mapa simula a recuperação florestal das APPs (MR), de acordo com as imposições legais do atual Código Florestal. Portanto, foi inserida no Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma imagem orbital da região, pertencente ao satélite RapidEye AG (2015) com resolução espacial de 5 metros, datada do dia 21 de novembro de 2012. Foi realizada a classificação supervisionada maxver a 99% de limiar de aceitação, utilizando banda monocromática. As APPs foram classificadas em polígonos e posteriormente quantificadas. Utilizou-se também, o banco de dados de Reis

et al. (2008), composto pela base cartográfica do IBGE, com detalhes sobre relevo e redes de drenagens, e também o mapa fundiário do município, que mostra de forma detalhada o tamanho das propriedades. Após o levantamento das APPs através da imagem orbital, realizou-se a validação de campo com visitas aos locais mapeados.

A área de estudo possui 4.220,16 hectares, que corresponde a 9,48% da área do município de Bandeirantes. Contém 273 propriedades, representando 22,47% do total de propriedades do município. A hidrografia é composta por 70 nascentes, 71 córregos menores que 10 metros de largura e o Rio Laranjinha, afluente de maior representatividade nas microbacias, com largura de leito que variando entre 50 e 80 metros. Devido à conformação do relevo suave ondulado, não existem APPs de topo de morro nem encostas íngremes.

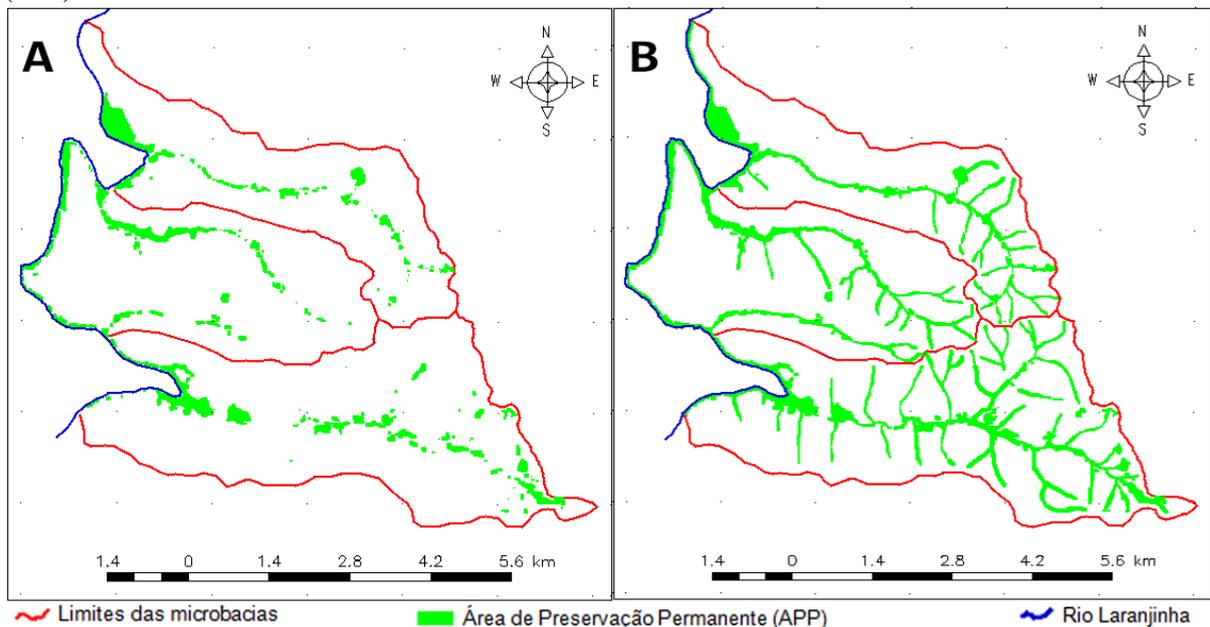
A análise do estoque de carbono foi realizada através de valores de referências provenientes da literatura. Utilizaram-se valores referidos de vegetações semelhantes a do município de Bandeirantes-PR, ou seja, estudos realizados em Floresta Estacional Semidecidual. Para maior fidelidade entre as referências, os valores de carbono provêm da biomassa vegetal acima do solo e de matas de média regeneração. Portanto, realizaram-se dois métodos de análise. O primeiro consistiu na união de valores dispostos na literatura para gerar uma média de cálculo. Os valores foram: 58,20 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (AMARO et al, 2013); 58,30 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (GASPAR et al, 2014); 35,87 e 36,54 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (SOUZA et al, 2011); 38,00 e 34,22 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (TORRES et al, 2013); e 56,52 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹, que corresponde a média dos resultados de Figueiredo et al (2015). O cálculo no primeiro método utilizou-se a média dos valores ditos anteriormente, 45,38 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (desvio padrão de 11,57). O segundo método calculou o estoque de carbono numa escala temporal, utilizando como referência os resultados de Figueiredo et al (2015), que num intervalo de 14 anos, foram gerados 5 resultados distintos, 47,90 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹, 54,24 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹, 56,18 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹, 56,49 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ e 61,81 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹, assim possibilitou estimar a evolução do estoque de carbono das APPs após a recuperação ambiental.

Para a valoração monetária dos estoques de carbono, utilizou-se o valor da tonelada negociada no mercado voluntário e regulado. O valor foi de US\$ 7.40 a Mg CO₂ que corresponde a média do ano de 2014 (GOLDSTEIN; NEYLAND; BODNAR, 2015). O mercado negocia o dióxido de carbono (CO₂), e os resultados expressam somente o carbono (C), portanto, converteram-se os valores utilizando como referência a tabela de conversão de unidades do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), onde 1 Mg.C corresponde a 3,67 Mg CO₂.

4.4. Resultados e Discussões

A conformação geoespacial das APPs nos mapas produzidos distinguiu-se de forma marcante (Figura 4.4.1). O mapa da SA apresenta as APPs totalmente descontínuas e fragmentadas, com muitos pontos sem nenhuma vegetação, o que evidencia muitos passivos ambientais na área de estudo. Já o mapa do MR interliga os fragmentos de APPs e atribui vegetação aos espaços das áreas desmatadas, conforme o mínimo de largura previsto na legislação.

Figura 4.4.1. Geoespacialização das APPs na situação atual (SA) e no modelo de recuperação (MR).



A = situação atual, B = modelo de recuperação.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008) e Reis (2011).

O cálculo da capacidade de estoque de carbono confirma em números, o resultado da distribuição espacial das APPs, ou seja, ocorre o aumento do estoque da SA para o MR, fato dedutivo ao analisar a figura 4.4.1. O maior responsável por este aumento são as pequenas propriedades que cooperam com incremento de $3.398 \text{ Mg.C.ano}^{-1}$ (77,34%) (Tabela 4.4.2).

Tabela 4.4.2. Estoque de carbono das APPs segundo a média dos valores da literatura.

Propriedades (MF)	SA (Mg.C.ano ⁻¹)	MR (Mg.C.ano ⁻¹)	Inc. (Mg.C.ano ⁻¹)	Inc. (%)
<1	1.723	3.212	1.489	86,36
1 a 2	2.484	3.493	1.009	40,36
2 a 4	1.372	2.272	900	65,55
> 4	2.359	4.991	2.632	112,00
Total	7.944	13.970	6.026	75,84

MF = módulo fiscal, SA = situação atual, MR = modelo de recuperação, Inc. = incremento, Mg.C.ano⁻¹ = megagrama de carbono por ano.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008); Reis (2011); Amaro et al. (2013); Gaspar et al, (2014); Souza et al, (2011); Torres et al, (2013) e Figueiredo et al. (2015).

Ao comparar os modelos em cada categoria de tamanho de propriedade, observa-se que os valores praticamente dobram de um modelo para o outro, chegando ao total de 75% de incremento de estoque de carbono nas APPs. Estes valores se estabelecerão a partir do momento que todas aquelas propriedades que estão em débito ambiental (55% das propriedades) recompuserem suas matas ripárias, através do Plano de Regularização Ambiental (PRA).

A partir do valor de US\$ 7.40 Mg.CO₂, o estoque de SA possui o valor de US\$ 215.743, o MR US\$ 379.397, e quando todos os débitos ambientais forem quitados, o incremento será de US\$ 163.654 na área de estudo. É importante destacar a superioridade do incremento monetário do estoque de carbono nas pequenas propriedades de US\$ 92.282, enquanto que as médias e grandes propriedades geram US\$ 71.479.

No segundo método de análise, em toda área de estudo, verificou-se o comportamento dos níveis de estoques de carbono numa escala temporal (Tabela 4.4.3). Foi constatado que a evolução do estoque de carbono nas pequenas propriedades da SA totalizam ao final de 14 anos 101.250 Mg.C, número abaixo do MR, que chegou a 162.765 Mg.C, com isso obteve-se o incremento no estoque de 31.515 Mg.C. Nas propriedades de médio e grande porte o estoque foi de 42.780 Mg.C em SA, 90.510 Mg.C em MR, sendo o incremento de 47.730 Mg.C.

Tabela 4.4.3. Desenvolvimento do estoque de carbono das APPs em escala temporal.

Ano	Propriedades (MF)	SA (Mg.C.ano ⁻¹)	MR (Mg.C.ano ⁻¹)	Inc. (Mg.C.ano ⁻¹)
1°	<1	1.819	3.390	1.571
	1 a 2	2.627	3.687	1.060
	2 a 4	1.448	2.398	949
	> 4	2.490	5.269	2.778
	Sub-total	8.385	14.746	6.360
3°	<1	2.060	3.839	1.779
	1 a 2	2.975	4.175	1.200
	2 a 4	1.640	2.716	1.075
	> 4	2.819	5.966	3.146
	Sub-total	9.495	16.697	7.201
6°	<1	2.133	3.976	1.842
	1 a 2	3.081	4.325	1.243
	2 a 4	1.699	2.813	1.114
	> 4	2.920	6.179	3.259
	Sub-total	9.835	17.295	7.459
10°	<1	2.145	3.998	1.852
	1 a 2	3.098	4.349	1.250
	2 a 4	1.708	2.829	1.120
	> 4	2.936	6.213	3.276
	Sub-total	9.889	17.390	7.500
14°	<1	2.347	4.374	2.027
	1 a 2	3.390	4.758	1.368
	2 a 4	1.869	3.095	1.225
	> 4	3.213	6.799	3.585
	Sub-total	10.821	19.028	8.207
Acumulado de 14 anos	Total	144.045	253.305	109.252

MF = módulo fiscal, SA = situação atual, MR = modelo de recuperação, Inc. = incremento, Mg.C.ano⁻¹ = megagrama de carbono por ano.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reis; Reis: Abi Saab (2008); Reis (2011) e Figueiredo et al. (2015).

O cálculo monetário mostra no acumulado de 14 anos o valor de US\$ 3.911.974 do estoque de SA, US\$ 6.879.257 em MR, ou seja, incrementa US\$ 2.967.065. Lembrando que os valores baseiam-se na média de preço dos mercados em 2014.

Perante a análise temporal, podemos verificar as taxas anuais do estoque de carbono no total da área de estudo. Na SA a taxa de estoque aumentou em média 174 Mg.C.ano⁻¹, sendo 122 Mg.C.ano⁻¹ em pequenas propriedades e 52 Mg.C.ano⁻¹ nas médias e grandes

propriedades. O MR apresentou aumento da taxa de estoque em média 306 Mg.C.ano⁻¹, pequenos imóveis 196 Mg.C.ano⁻¹ e médias e grandes propriedades 109 Mg.C.ano⁻¹. A diferença entre os dois modelos apresentou um acréscimo da taxa de estoque de carbono na média de 132 Mg.C.ano⁻¹, as pequenas propriedades contribuem com 74 Mg.C.ano⁻¹, enquanto que as médias e grandes propriedades acrescentam 58 Mg.C.ano⁻¹. A taxa de incremento anual por hectare foi de 0,994 Mg.C.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGUEIREDO et al. 2015).

A taxa de incremento anual de estoque de carbono possui valor de US\$ 3.584 no total de propriedades, as pequenas propriedades contribuem com US\$ 2.009 e as médias e grandes propriedades com US\$ 1.575 anuais.

Estes resultados remetem a um cenário simulado, onde a partir do desenvolvimento da política de recuperação florestal, os valores de estoques de carbono aumentam. Segundo Silver et al. (2004), o reflorestamento de áreas degradadas de regiões tropicais apresenta grande potencial para aumento das taxas de estoque de carbono, além disso, quando a idade da floresta se aproxima dos 30 anos, essas taxas aumentam mais. Confirmando este cenário, o Brasil poderá frear a queda das taxas de estoques de carbono, isso porque, análises recentes indicam a variação anual do estoque em - 270 mil toneladas (FAO, 2011).

É de grande importância que a política de recuperação florestal proposta no atual Código Florestal, seja corretamente implantada no Brasil. Pode-se perceber tal importância ao analisar a estimativa do incremento de estoque de carbono no modelo simulado do estudo. Estas informações norteiam quanto à efetiva função da legislação florestal em relação às metas de REDD+ e do andamento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

A valoração dos estoques de carbono contribui para o programa de pagamentos por serviços ambientais previsto na lei florestal. No Brasil, ainda não está definido os mecanismos de precificação do carbono (AZEVEDO, 2015). Porém, em países como Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos e países europeus possuem mercados de carbono consolidados. Para se ter ideia, no ano de 2014, setores públicos e privados destes países, destinaram 705 milhões de dólares em financiamentos de projetos florestais que evitam a emissão de carbono na atmosfera (GOLDSTEIN; NEYLAND; BODNAR, 2015).

De maneira geral, geração de créditos de carbono através de projetos de recuperação florestal possui ainda diversos empecilhos, sendo eles no âmbito metodológico, político, econômico e jurídico, o que por sua vez, estudos nessa vertente darão maiores suportes ao desenvolvimento da atividade (RIBEIRO et al. 2011).

A captura e estocagem de carbono são apenas dois tipos de serviços ecossistêmicos dentre vários com importância econômica. A avaliação de inúmeros serviços como, por

exemplo, a capacidade de fornecimento de água de boa qualidade, a estruturação dos solos e a preservação da biodiversidade, reforçam a viabilidade econômica para financiamentos privados e públicos de recuperação florestal, concebendo uma gestão integrada dos recursos naturais (GARCIA; ROMEIRO, 2013).

Os dados apresentados nesta pesquisa geram informações regionais que indicam os caminhos da nova política ambiental, fazendo alusão ao mercado de carbono. E toma como exemplo uma área do estudo que terá forte influência dos novos mecanismos de recuperação florestal. Portanto, é relevante dizer que para efetiva reestruturação das políticas ambientais, é necessário a reestruturação do planejamento regional, com os interesses sociais direcionando as tomadas de decisões (JUNIOR; REYDON; PORTUGAL, 2015). Ou seja, é importante conhecer as realidades regionais, para determinar as prioridades e assim, alcançar uma política ambiental justa.

4.5. Conclusões

O estudo conclui que a política de recuperação florestal das APPs aumenta os estoques de carbono na área de estudo, tendo como destaque, as propriedades de pequeno porte. Portanto, é imprescindível a restauração das APPs nessas propriedades com passivos ambientais, pois elas são o fator determinante para o aumento dos valores de estoque de carbono. De maneira geral, a contribuição ambiental do modelo de recuperação auxilia para o cumprimento das metas internacionais de redução dos gases do efeito estufa, e ressalta ainda mais a importância das ferramentas legislativas no que tange a proteção e conservação dos serviços ecossistêmicos.

Estes serviços, segundo o atual Código Florestal, poderá gerar renda através dos pagamentos por serviços ambientais aos proprietários rurais. Os valores monetários dos estoques enfatizam a relevância econômica do carbono no mercado regulado e voluntário.

5. CONCLUSÕES GERAIS

O atual Código Florestal, no que diz respeito às regras transitórias, reduz as áreas destinadas a APP em relação ao antigo Código. Porém, a dimensão da redução dentro de uma microbacia, depende da quantidade de propriedade com passivos ambientais e também do tamanho delas. Na área estudada, o modelo de recuperação florestal estabeleceu valores de APPs próximos ao modelo que simula as regras da antiga legislação, apesar do mapa da situação atual revelar que mais da metade das propriedades possuem passivos ambientais.

Outro fato relevante é a distribuição espacial das APPs nas regras transitórias, que pode ocasionar situações de favorecimento ao efeito de borda nas matas, de modo que a zona ripária perde sua eficiência ambiental. O modelo de recuperação também pode favorecer o aparecimento deste efeito, mas por outro lado, aumenta consideravelmente os níveis de estoque de carbono nas APPs em relação à situação atual.

O aumento dos estoques de carbono contribui para regulação do microclima regional, contribui para o cumprimento das metas internacionais de redução dos gases do efeito estufa, e gera benefícios econômicos aos produtores rurais através dos pagamentos por serviços ambientais.

Contudo, ainda é preciso compreender todos os efeitos ambientais ocasionados por essa nova legislação florestal, tanto os positivos quanto os negativos. O futuro da política ambiental brasileira é incerto, por isso, estudos nessa vertente são de suma importância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, S. O Código Florestal Brasileiro e o uso da terra: histórico, fundamentos e perspectivas (uma síntese introdutória). **Revista de direitos difusos**. v. 31, p. 81-102, 2005.

AMARO, M. A. et al. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma floresta estacional semidecidual em viçosa, minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 849-857, 2013.

ANDRADE, D. C., REIS, T. E. S., REIS, L. C. Conflito de uso do solo em área de recarga do Aquífero Guarani na bacia do médio rio das Cinzas. **Geociências**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 69-76, 2015.

ANDRADE, D. C., ROMEIRO, R. A. A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos Pagamentos por Serviços Ecosistêmicos (PSE). **Revista Economia Ensaios**. v. 24, n. 1, 2010.

AZEVEDO, T. R. Análise das emissões de GEE no Brasil (1970-2013) e suas implicações para políticas públicas. Documento síntese. **Observatório do Clima**, São Paulo, 2015. Disponível em <http://mediadrawer.gvces.com.br/oc/original/sintese_2015.pdf>. Acesso em: 02 de março de 2016.

BENJAMIN, A. H. V. A proteção das florestas brasileiras: ascensão e queda do Código Florestal. **Revista de Direito Ambiental**. v. 5. p. 21-37, 2000.

BIRDSEY, R. A. Carbon accounting rules and guidelines for the United States Forest Sector. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 35, p. 1518-1524, 2006.

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

BRASIL, **Lei nº 4.504**, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504.htm> Acesso em: 12 de novembro de 2015.

BRASIL. **Decreto 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Revogado pela Lei 4.771, de 1965. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm> Acesso em: 15 de junho de 2015.

BRASIL. **Decreto nº 7.830**, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm> Acesso em: 15 de setembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm> Acesso em: 10 de maio de 2015.

BRASIL. **Lei nº 7.511**, de 7 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Revogada pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7511impressao.htm> Acesso em: 22 de setembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº 7.803**, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/103347/lei-7803-89>> Acesso em : 23 de setembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Mensagem de veto. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm> Acesso em: 30 de setembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº4.771**, de 15 de setembro de 1965. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771impressao.htm> Acesso em: 14 de junho de 2015.

BRASIL. **Medida provisória nº 1.956-50**, de 26 de maio de 2000. Altera os artigos. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto Territorial Rural, e dá outras providências. Reeditada pela MPv nº 1.956-51, de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/Antigas/1956-50.htm> Acesso em: 23 de setembro de 2015.

BRASIL. **Medida provisória nº 2.080-58**, de 27 de dezembro de 2000. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Reeditada pela MPv nº 2.080-59, de 2001. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/Antigas/2080-58.htm> Acesso em: 23 de setembro de 2015.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. 2011**. Disponível em:

<<http://redd.mma.gov.br/index.php/pt/redd/o-que-e-redd>> Acesso em 15 de janeiro de 2016.

BRASIL. **Projeto de lei nº1.876**, de 19 de outubro de 1999. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/legislacao-1/leis-complementares-1/todas-as-leis-complementares>> Acesso em: 20 de setembro de 2015.

CARDOSO, D. J.; PARRON, L. M.; FRANCISCON, L. Carbono de biomassa em floresta nativa e sistemas florestais como indicador de serviços ambientais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília-DF. Embrapa. p. 84-91. 2015.

CARVALHO, C. G. **Introdução ao direito ambiental**. 3ª ed. São Paulo: Letras e Letras, p. 28. 2001.

CARVALHO, E.B. Legislação Florestal, Território e Modernização: O caso do Estado do Paraná 1907-1960. **XXIV Simpósio Nacional de História**. 2007.

COELHO, R. C. T. P. et al Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Ambiente & Água**, Taubaté-SP, v. 6, n. 1, p. 104-117, 2011.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília. p. 40, 2000. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodivbr.pdf> Acesso em 20 de novembro de 2015.

DAILY, G. C. Introduction: what are ecosystem services. In: Daily, G.C. (Ed.), **Nature's Services**. Island Press, Washington, DC, p. 1–10, 1997.

DAILY, H. E.; FARLEY, J.: principles and applications. **Ecological Economics** Washington, DC: Island Press, 2004.

DALE, V. H.; POLASKY, S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. **Ecological Economics**. v. 64, p. 286–296, 2007.

DE GROOT, R. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, p. 105–109, 1987.

DEFRA. **The Natural Choice: securing the value of nature. In: Department for Environment, Food and Rural Affairs.** Nobel House, 17 Smith Square, London. The Stationery Office, 2011.

EFTEC – Economic for the Environment Consultancy. Economic, social and ecological value of ecosystem services: a literature review. **Final report prepared for The Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra),** 2005.

FEARNSIDE, P. M. Código Florestal: O perigo de abrir brechas. **Ciência Hoje.** v. 28. n. 162. p. 62-63, 2000.

FIGUEIREDO L. T. M. et al. Dinâmica do estoque de carbono em fuste de árvores de uma floresta estacional semidecidual. **Cerne.** v. 21, n. 1, p. 161-167, 2015.

FONSECA, W.; BENAYAS, J. R.; ALICE, F. E. Carbon accumulation in the biomass and soil of different aged secondary forests in the humid tropics of Costa Rica. **Forest Ecology and Management,** Amsterdam, v. 262, p. 1400-1408, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. **State of the World's Forest.** Rome, 2011. Disponível em: <www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro. 2015.

GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Valoração e cobrança pelo uso da água: uma abordagem econômico-ecológica. **Revista Paranaense de Desenvolvimento,** Curitiba, v. 34, n. 125, p. 101-121, julho/dezembro, 2013.

GASPAR, R. O. et al. Análise fitossociológica e do estoque de carbono no estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual. **Ciência Florestal,** Santa Maria-RS, v. 24, n. 2, p. 313-324, abril/junho, 2014.

GOLDSTEIN, A.; NEYLAND, E.; BODNAR, E. Converging at the Crossroads. State of Forest Carbon Finance 2015. **Ecosystem Marketplace,** Washington, DC, 2015. Disponível em: <http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_5020.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2016.

GOMEZ-BAGGETHUN, E. et al. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**. v. 69, p. 1209–1218, 2010.

HELLIWELL, D. R. Valuation of wildlife resources. **Regional Studies**. v. 3, p. 41–49, 1969.

HIRAKURI, S.R. **Can law save the forest? Lessons from Finland and Brazil**. Center for international forestry research, Jakarta, Indonesia. p. 120. 2003. Disponível em: <http://www.cifor.org/publications/pdf_files/books/law.pdf> Acesso em 14 de Outubro de 2015.

HOOVER, C. M.; LEAK, W. B.; KEEL, B. G. Benchmark carbon stocks from old-growth forests in northern New England, USA. **Forest ecology and Management**, Amsterdam, v. 266, p. 108-114, 2012.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - UICN. **Guidelines protected Area Management Categories**. 1994. Disponível em <http://www.cropwildrelatives.org/fileadmin/templates/cropwildrelatives.org/upload/In_situ_Manual/Guidelines%20for%20Applying%20Protected%20Area%20Management%20Categories,%20IUCN.pdf> Acesso em 25 de setembro de 2015.

IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **Código Florestal: por um debate pautado em ciência**. LIMA, A.; BENSUSAN, N.; RUSS, L. 2014.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2006. Land Use, Land-Use Change and Forestry. Appendix I. Conversion Units. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=12> Acesso em: 18 de abril de 2016.

JUNIOR, P. S. P.; REYDON, B. P.; PORTUGAL, N. S. A questão ambiental e regional sob o enfoque espacial-sistêmico-integrado: uma proposta para o desenvolvimento sustentável. **Leituras de Economia Política**, Campinas-SP, v. 23, p. 1-28, julho/dezembro, 2015.

KRAGT, M. E.; ROBERTSON, M. J. Quantifying ecosystem services trade-offs from agricultural practices. **Ecological Economics**. v. 102, p. 147-157, 2014.

LAURANCE W. F. et al. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. **PLoS ONE**, v. 2, n. 10, 2007.

LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. **Biological Conservation**, v. 91, n. 2, p. 231-239, 1999.

MARMOTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MCT - **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT, 2001.

MCT - **Ministério da Ciência e Tecnologia**. Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo. Brasília, 2011.
Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215186.pdf> Acesso em: 20 de abril de 2016.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**. v. 9, n. 1, 2006.

METZGER, J.P.; BERNACCI, L.C. E.; GOLDENBERG, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments with different widths (SE Brazil). **Plant Ecology**, v. 133, p. 135-152, 1997

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA), Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 2005.

MONTEIRO, J.S. et al. 2013. Áreas de Preservação Permanente e seus serviços ambientais. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 4, n. 4: p. 299-309, Nov. 2013.

MURADIAN, R. et al. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, Amsterdam, n. 69, p. 1202-1208, 2010.

ODUM, H.T. **Environment, Power and Society**. Wiley, New York, 1971.

PAIVA, D. S.; JUNIOR, A. C. S.; SOUZA, A. L. R. Participação da Bahia no mercado de carbono: uma análise das vertentes regulada e voluntária. **Bahia análise e dados**, Salvador-BA, v. 21, n. 4, p.769-785, outubro/dezembro, 2011.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**. Agosto, 2010.

REIS, L.C. Revisão do código florestal brasileiro: impactos no município de bandeirantes – PR. 163 f. **Tese de Doutorado em Agronomia** - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

REIS, L.C.; REIS, T.E.S.; ABI SAAB, O.J.G. Caracterização da estrutura fundiária do município de Bandeirantes - PR, utilizando geoprocessamento. **Engenharia. Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, p. 345-354, abr./jun. 2008.

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

RIBEIRO, S.C. et al. Análise econômica da implementação de projetos florestais para a geração de créditos de carbono em propriedades rurais na Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 39, n. 89, p. 009-019, 2011.

ROBINSON, N.D.A. et al. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 57, p. 1023-1033, 2013.

RODRIGUES V. A. Recuperação de nascentes em microbacias da cuesta de Botucatu. In: RODRIGUES V. A.; BUCCI L. A., organizadores. **Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. Botucatu: FEPAF; 2006.

RORIZ, P. A. C. **Como o novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) afeta o desmatamento no município de Boca do Acre –AM**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 2013.

SEIFFERT, M. E. B. Mercado de carbono e Protocolo de Quioto: oportunidades de negócio na busca da sustentabilidade. **Atlas**, São Paulo, 2009.

SILVA, J.A.A. et al. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências Organização Grupo de Trabalho do Código Florestal. 2ª ed. Rev. – São Paulo: SBPC, 2012.

SILVER, W. L. et al. Carbon sequestration and plant community dynamics following reforestation of tropical pasture. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. 1115–1127, 2004.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.

SOUZA, A. L. et al. Estoque e crescimento em volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em floresta estacional semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 6, p. 1277-1285, 2011.

SOUZA, B. J. O pau-brasil na história nacional. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1939. (Brasiliana; v. 162). Edição fac-similar pelo Centro de Estudos Judiciários do Conselho da Justiça Federal, em Comemoração aos 500 anos do Descobrimento do Brasil. Brasília: **Conselho da Justiça Federal**, 1999.

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

SPRING: "**Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**"

CAMARA G.; SOUZA R. C. M.; FREITAS, U. M, GARRIDO, J. *Computers & Graphics*, São José dos Campos, v. 20, n. 3, p. 395-403, May-Jun 1996.

SWINTON, S. M. et al. Ecosystem services from agriculture: looking beyond the usual suspects. *American Journal of Agricultural Economics*. v. 88, p. 1160–1166, 2006.

TABARELLI, M. et al. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic forest. *Conservation Biology*, v. 19, p. 695-700, 2005.

TORRES, C. M. M. E. et al. Quantificação de biomassa e estocagem de carbono em uma floresta estacional semidecidual, no parque tecnológico de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 37, n. 4, p. 647-655, 2013.

TÔSTO, S. G. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do município de Araras, SP**. Tese de Doutorado. Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, p.217. 2010.

TÔSTO, S.G; PEREIRA, L.C; MANGABEIRA, J.A.C. Serviços ecossistêmicos e Serviços ambientais: Conceitos e importância. *EcoDebate*, **Cidadania e Meio ambiente**, 2012.

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

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Decisão 1/CP.16, parágrafos 70 a 72 e Anexo I. 2011. Disponível em <<http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>> Acesso em 15 de janeiro de 2016.

VIEIRA, S. et al. Slow growth rates of Amazonian trees: consequences for carbon cycling. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, v. 102, n. 51, p. 18502-18507, 2005.

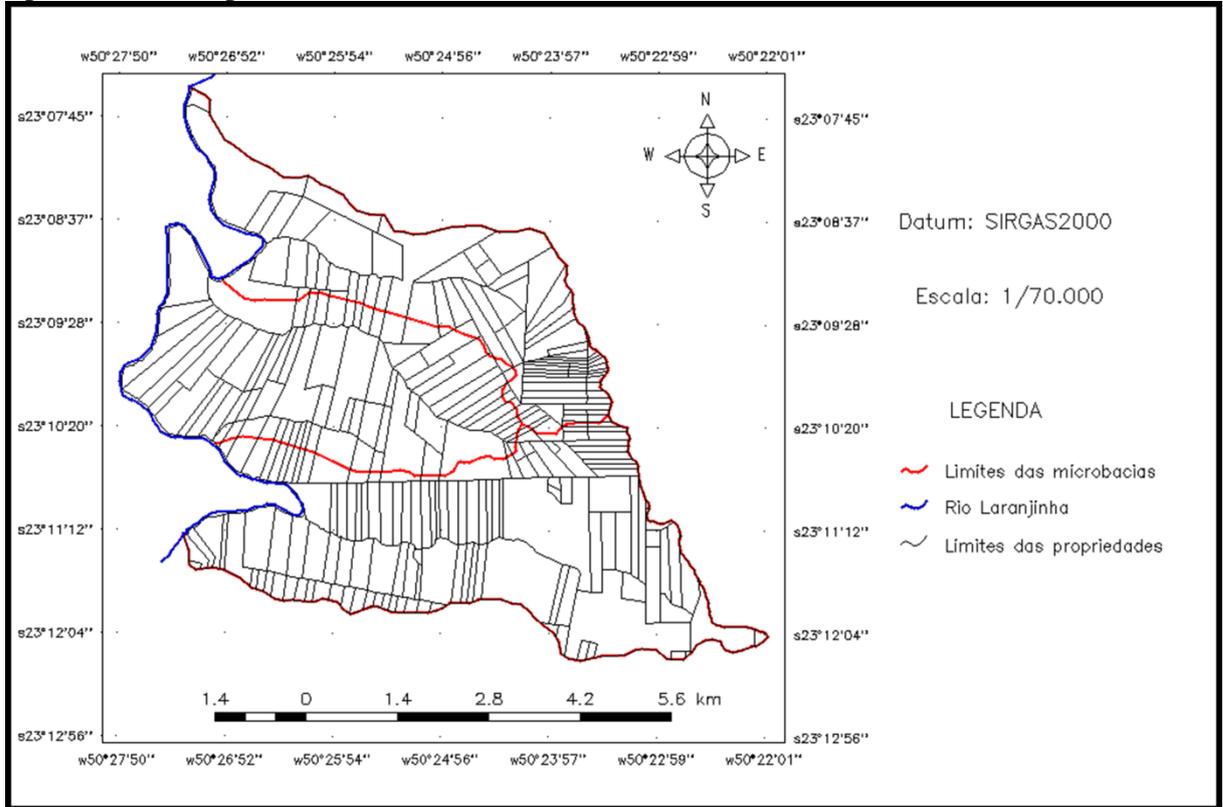
WESTMAN, W.E. How much are nature's services worth? **Science** v. 197, p. 960–964, 1977.

WUNDER, S. et al. **Pagamentos por Serviços Ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. Brasília: MMA, 2008.

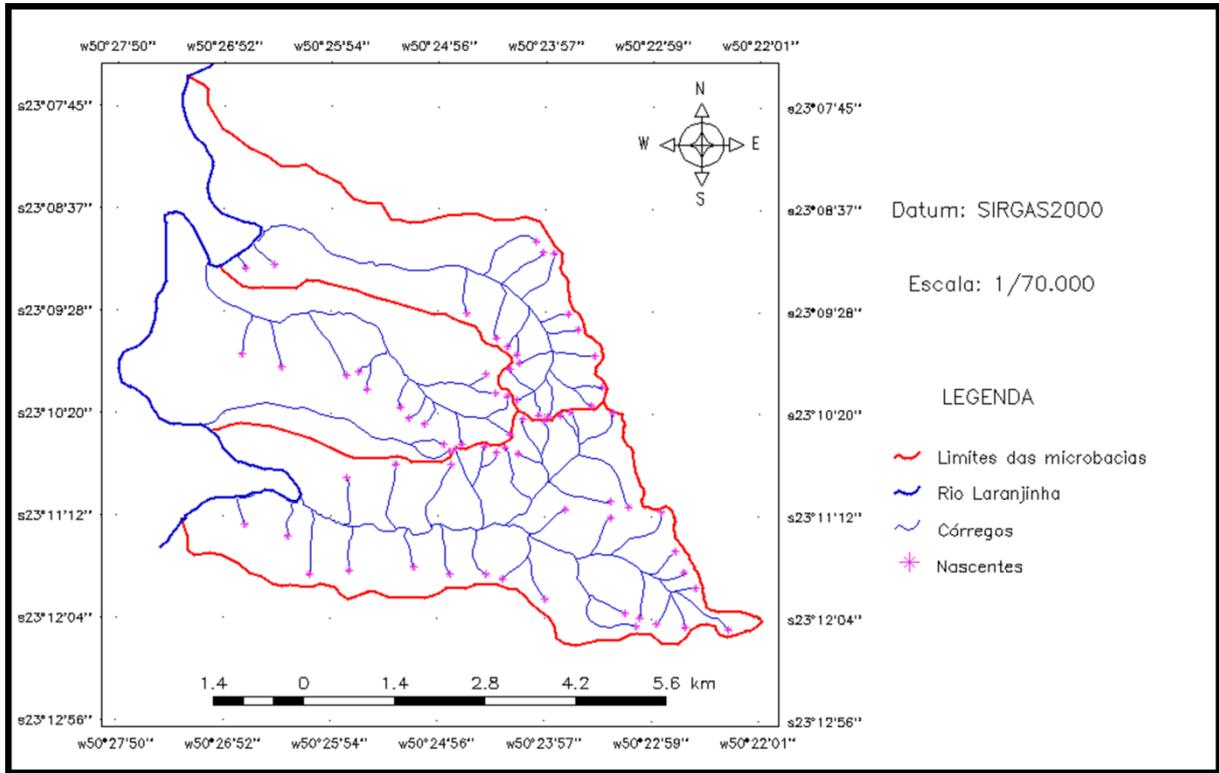
ZHANG, W. et al. Ecosystem services and dis-services to agriculture. **Ecological Economics**. v. 64, p. 253–260, 2007.

APÊNDICES

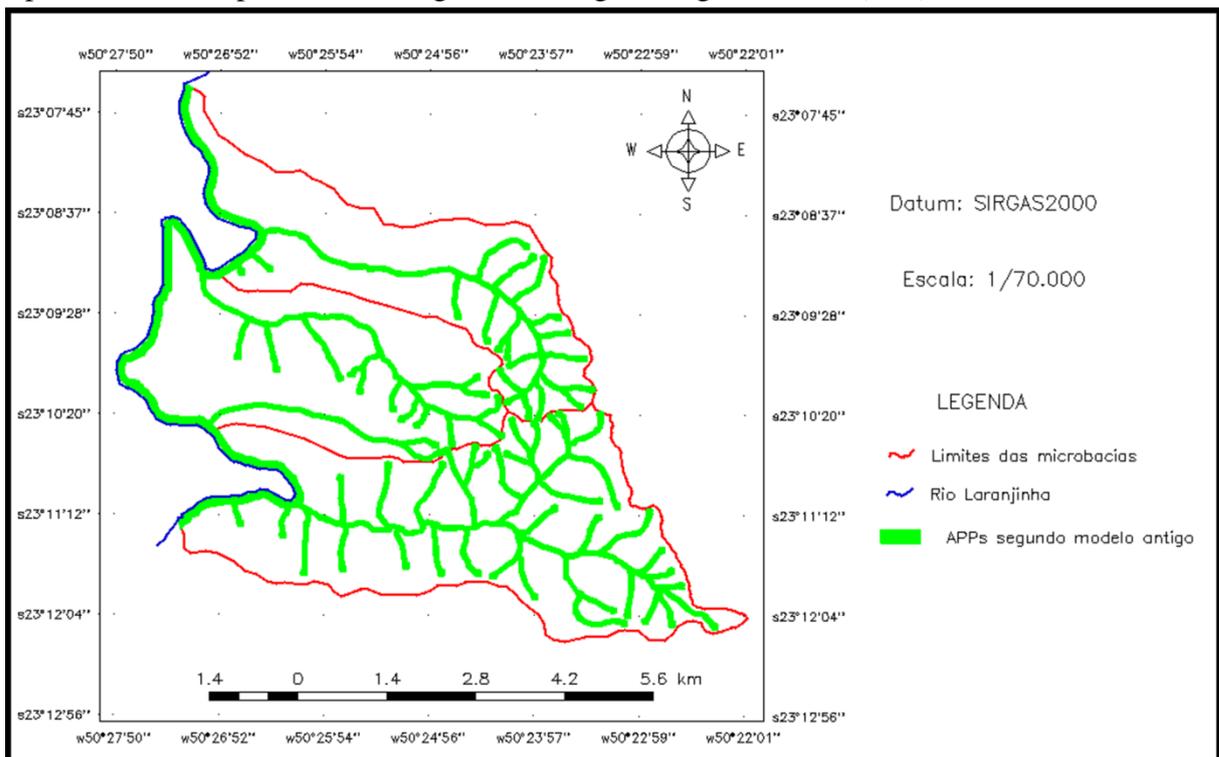
Apêndice A - Mapa Fundiário



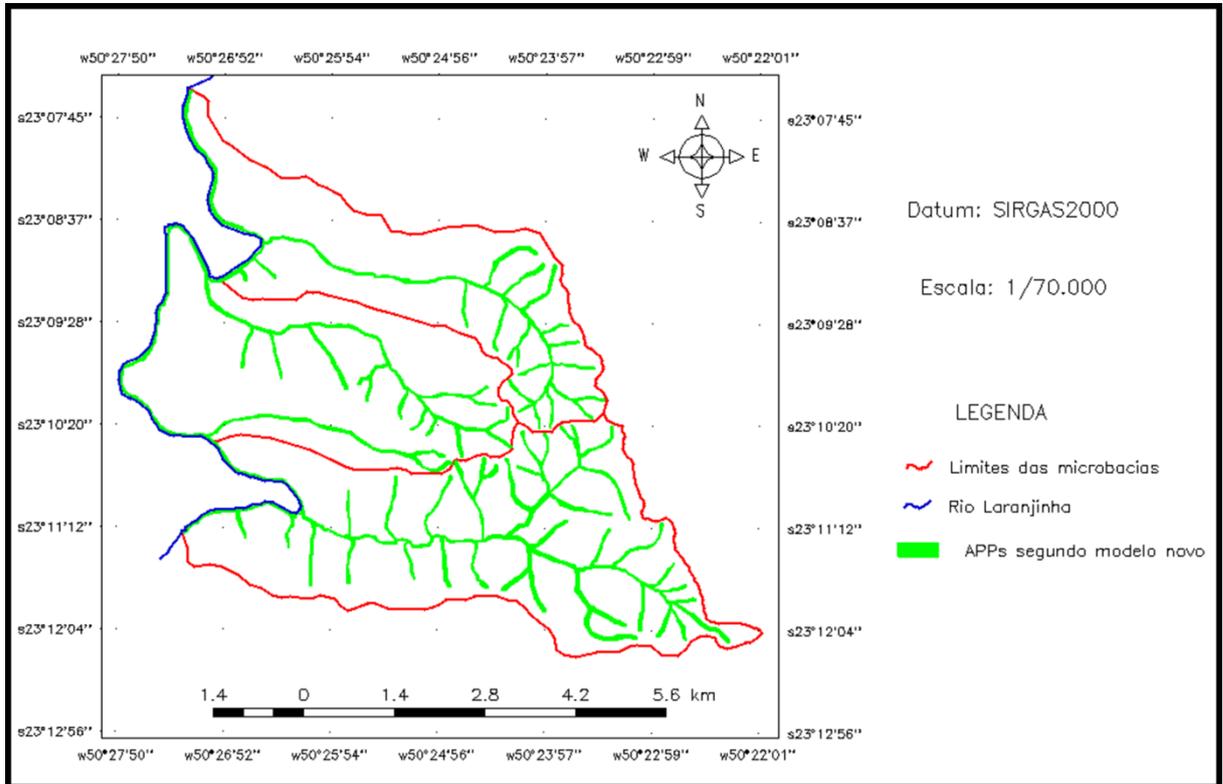
Apêndice B - Mapa Hidrográfico



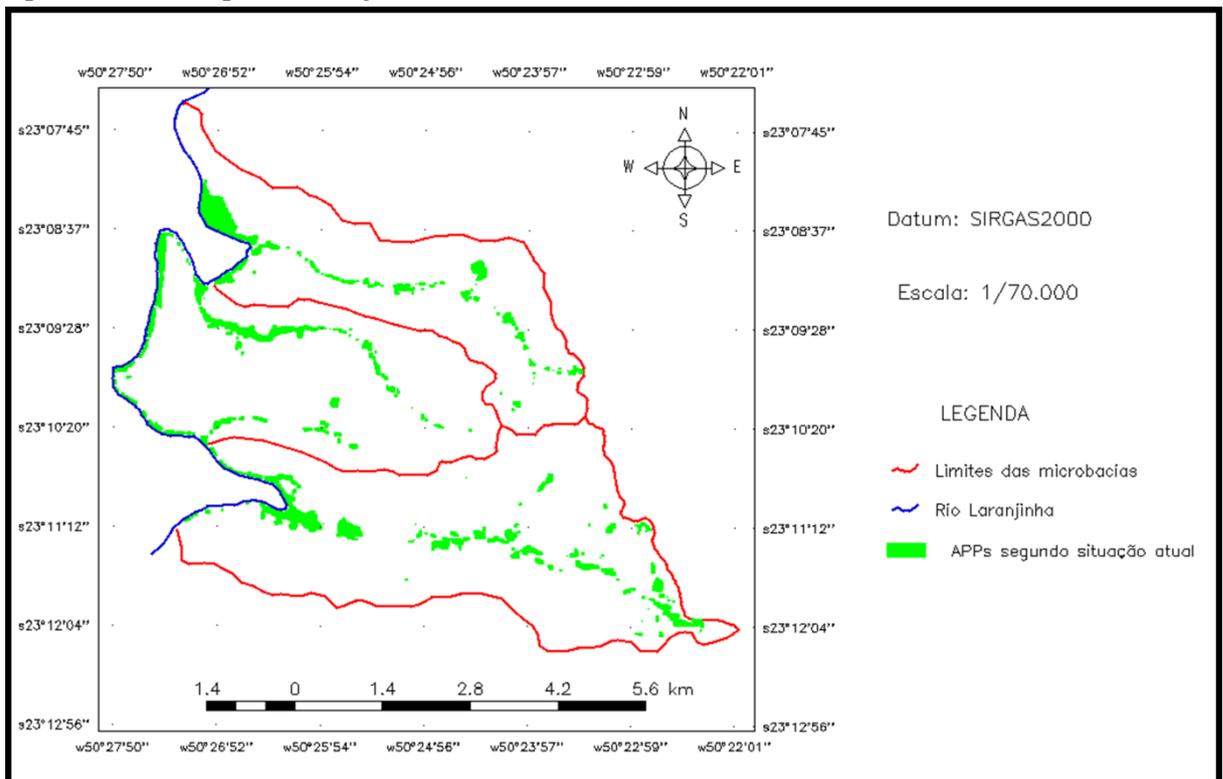
Apêndices C - Mapa das APPs segundo o antigo Código Florestal (MA)



Apêndice D - Mapa das APPs segundo o atual Código Florestal (MN)



Apêndice E - Mapa da situação atual das APPs (SA)



Apêndice F - Mapa das APPs segundo o modelo de recuperação previsto no atual Código Florestal (MR)

