Análise integrada do uso da terra e de incorporação dos serviços ecossistêmicos na formulação de políticas regionais – Bacia do Rio Paraitinga – São Paulo

PRODUTOS TÉCNICOS *Vol. 2* *Nº 1*

Diagnóstico de cobertura da terra e usos do solo ambientais

Consultoria:

IIS
Instituto Internacional para Sustentabilidade

Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável
Microbacias II
Acesso ao Mercado

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria do Meio Ambiente

Sumário

Apresentação 3
INTRODUÇÃO 4
ÁREA DE ESTUDO 6
Dados socioeconômicos dos municípios da Bacia do Paraitinga 8
Caracterização das atividades produtivas 9
MATERIAIS E MÉTODOS 10
Levantamento Socioambiental 10
Delineamento Amostral 10
Questionário Estruturado – Produtores Rurais 10
Questionário Semiestruturado - Stakeholders 15
Temas abordados nas entrevistas e reuniões com os stakeholders 16
Mapeamento de uso e cobertura da terra 17
Obtenção das imagens de satélite 18
Análise exploratória 21
Segmentação 22
Classificação automática 23
Classificação visual 24
Processo de retificação e validação 25
Análises e diagnósticos ambientais 25
RESULTADOS E DISCUSSÃO 27
Diagnóstico do uso da terra "Caracterização da Área (Mapeamento de uso e cobertura da terra)" 27
Diagnóstico Socioeconômico 33
1 Caracterização dos produtores rurais 33
2 Mercado 34
3 Gargalos 35
4 Intervenções 36
5 Pagamentos Por Serviços Ambientais 38
Diagnóstico Ambiental e Serviços Ecossistêmicos 39
Água e Áreas de preservação Permanente (APP) 39
Manejo do solo 44
Biodiversidade 45
Percepção ambiental dos produtores 51
CONCLUSÕES 54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 56

Apresentação

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo executa o subcomponente de sustentabilidade ambiental do Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDRS), que visa fortalecer a competitividade, em longo prazo, dos agricultores familiares, promovendo o manejo sustentável dos recursos naturais para a produção (solo, água e biodiversidade), além de contribuir para a mitigação e/ou adaptação à mudança climática.

No âmbito do PDRS, uma das atividades previstas foi a consultoria com o objetivo de elaborar análise integrada do uso da terra e de incorporação dos serviços ecossistêmicos na formulação de políticas regionais, focalizando na Bacia do Rio Paraitinga, localizada no Estado de São Paulo e pertencente à Bacia do Rio Paraíba do Sul.

O presente produto técnico refere-se ao primeiro relatório do estudo e apresenta o diagnóstico e a análise da situação atual relacionada ao uso da terra e atividades produtivas da região especificada, baseado em bancos de dados e documentos oficiais, diagnósticos sócioambientais já realizados, legislação pertinente, literatura especializada e consulta às partes interessadas (*stakeholders*).

Equipe IIS:

Diretor Executivo: Bernardo Baeta Neves Strassburg
Diretora de Pesquisa: Agnieszka Latawiec
Diretor de Projetos e Operações: Maurício Penteado
Coordenadora de Projetos: Larissa Anne Stoner
Especialista em Sistemas de Informação Geográfica: Felipe Sodré Barros
Especialista em Pecuária e Desenv. Sustentável: Márcio Cordeiro Rangel
Especialista em Restauração Ecológica: Jerônimo B.B Sansevero
Analista de Modelagem: Alvaro Irribarem
Especialista em Economia: Rafael Feltran Barbieri
Analista Ambiental: Helena Alves-Pinto
Assessora de Comunicação: Fernanda Resende
Estagiária: Luisa Lemgruber

INTRODUÇÃO

A ação do homem sobre o meio ambiente em prol do desenvolvimento econômico resulta em consequências não só para o meio natural mas também para a própria sociedade. A modificação ambiental pelo homem pode causar danos aos ecossistemas e contribuir para a diminuição de sua capacidade de fornecer bens e serviços naturais que são importantes para a economia e a população. Se os sistemas naturais, porém, forem utilizados de maneira consciente, seus benefícios podem servir de instrumento para o desenvolvimento econômico, ambiental e do bem-estar da sociedade, como por exemplo, a produção de alimentos, solos produtivos, provisão de água potável, manutenção do patrimônio cultural e natural, entre outros (TEEB/ISE).

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios materiais ou imateriais que os humanos obtêm dos processos dos ecossistemas, como comida, água (provisão), controle de pragas e enchentes (regulatório), recreação (cultural), ciclos de nitrogênio, entre outros (MEA, 2005) (figura 1).

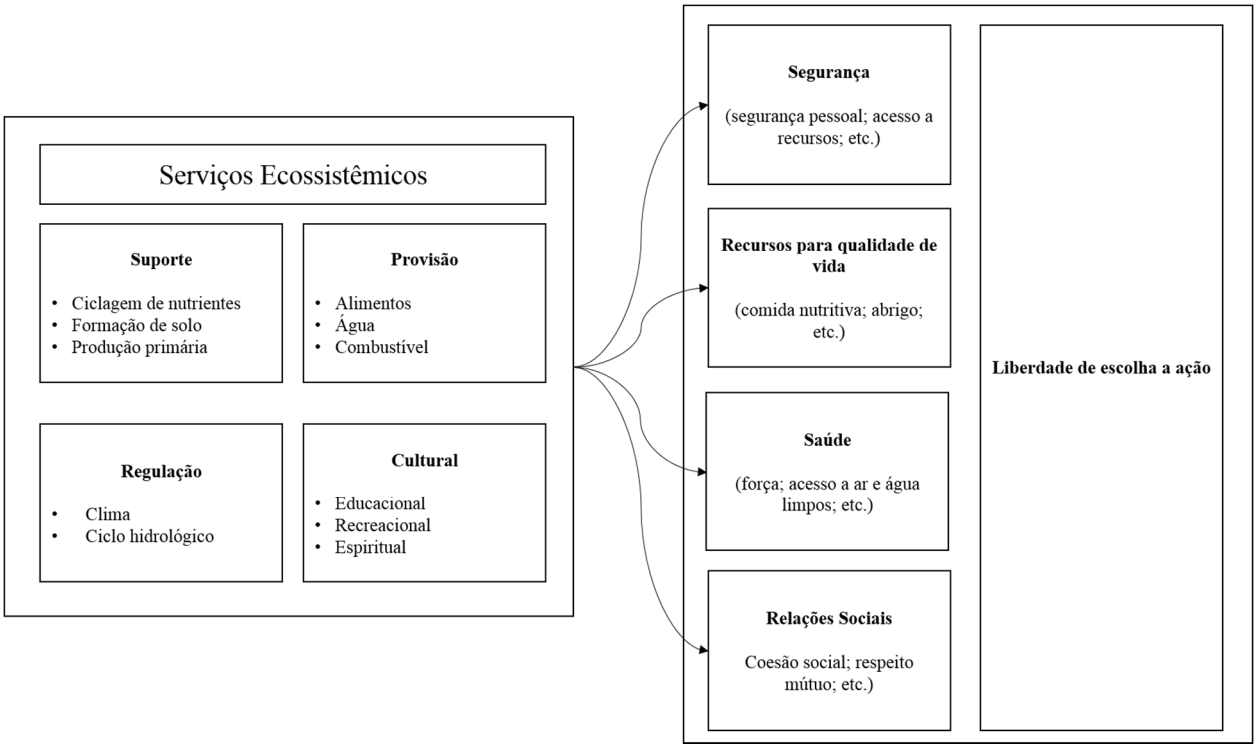


Figura 1: Quatro categorias de serviços ecossistêmicos e suas influências sobre a qualidade de vida humana. O quadro à direita apresenta elementos da qualidade de vida humana e o quadro à esquerda, os serviços ecossistêmicos. Adaptado e traduzido livremente de Latawiec, 2014.

O Bioma Mata Atlântica é um importante bioma brasileiro com relação ao endemismo e riqueza de espécies (Forzza *et al.*, 2013) e grande provedor de serviços ecossistêmicos, abrigando 60% da população brasileira. Neste sentido, tal bioma tem um papel crucial de regulação do fluxo hídrico, manutenção da fertilidade dos solos, no equilíbrio climático, proteção das encostas, no patrimônio histórico-cultural e nos serviços ambientais vitais para o bem-estar da população. Porém, a partir da colonização e exploração econômica dos recursos naturais, ela se tornou (Guedes e Seehusen, 2012) um dos biomas que mais sofrem com o processo histórico de ocupação, degradação ambiental e exploração dos recursos naturais, tendo sua cobertura atual reduzida entre 11 a 17% da cobertura florestal original (Ribeiro, 2009). Calcula-se que 60% dos serviços ecossistêmicos que garantem o bem-estar da população já foram suprimidos ou sofrem pressão nesta área (Dias, 2012).

A intervenção humana sobre os recursos naturais gera benefícios em detrimento de determinados serviços, variando de acordo com a atividade desenvolvida: a agricultura, por exemplo, é a atividade que mais demanda recursos hídricos (70% da água no mundo é destinada à agricultura e em países em desenvolvimento tal proporção pode subir para 90%) (MEA, 2005; Soares, 2005, FAOstat). Há um *trade-off* entre a demanda de tais serviços (produção de comida, fibra, etc.) e a degradação dos recursos fundamentais para sua provisão, como a poluição da água ou a erosão (MEA, 2005).

A degradação ambiental e, consequentemente, a redução dos serviços ambientais, podem afetar diretamente fatores fundamentais de processos relacionados aos desastres ambientais, bem como atuar indiretamente sobre a população local ao reduzir sua qualidade de vida (MEA, 2005). A enchente ocorrida no início de 2010, em alguns municípios localizados na Bacia do Paraitinga, como São Luiz do Paraitinga e Cunha, poderia ter sido atenuada ou evitada se houvesse, por exemplo, maior cobertura florestal na região.

A Bacia do Paraitinga é uma das sub-bacias da Bacia do Rio Paraíba do Sul e se localiza na porção ocidental da Serra do Mar. Grande parte da vegetação desta área foi removida durante os anos devido ao histórico dos diferentes usos do solo relacionados aos ciclos de produção agrícola. Por exemplo, grande produção de café passando para a pecuária com grande representatividade no presente. Devido a este processo histórico de ocupação e exploração, parte do solo se encontra desprotegido, degradado e com sua permeabilidade reduzida (Dias, Batista & Catelani, 2011 apud Ranzani *et al.*, 2004). Além das florestas, os recursos hídricos na bacia também são alvos de pressão pelo destino inadequado do esgoto, poluição industrial, resíduos sólidos, entre outros problemas (Campos, 2001).

A mobilização que foi gerada por instituições pós evento catastrófico, visando reverter o quadro de degradação ambiental e pressão sobre os serviços ecossistêmicos, incentivou a

criação de diversos projetos, ações e programas focando na recuperação e conservação de florestas que já estão sendo desenvolvidos na região. Estes devem ser ajustados às suas características socioeconômicas e culturais, considerando os usos do solo e outros programas que já estejam em desenvolvimento, assim como as potencialidades locais, aumentando a sustentabilidade dos processos produtivos. Em uma pesquisa detalhada, Strassburg *et al.* (2011) evidencia a importância do manejo da pecuária para o aumento da produtividade dentro de padrões sustentáveis. Como consequência, tal prática poderia liberar áreas para agricultura (incluindo a silvicultura), diminuindo a pressão sobre as áreas florestais (Strassburg *et al.*, 2011). Finalmente, mais estudos são necessários para propor estratégias para a melhor gestão do uso do solo (Couto de Magalhães *et al.*, 2009). De acordo com Dias (2012) é nesse contexto que os pagamentos por serviços ambientais servirão como um importante instrumento para a gestão do espaço, gerando melhorias ambientais e novas fontes de renda.

Sendo assim, o principal objetivo do projeto "Desenvolvimento Rural Sustentável – Microbacias II", implantado pela Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, é promover o desenvolvimento de atividades de uso da terra de maneira sustentável a longo prazo, além de promover a inclusão social dos produtores da região através do aumento da competitividade da sua produção. Para subsidiar tal trabalho, o presente projeto "Análise integrada do uso da terra e de incorporação dos serviços ecossistêmicos na formulação de políticas regionais – bacia do rio Paraitinga", firmado entre a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e o Instituto GAEA Estudos Ambientais Ltda., sob o contrato n° 010/2013 – UGL/PDRS/BIRD, visa realizar uma análise multicritério e um diagnóstico dos principais usos da terra e dos serviços ecossistêmicos, que serão base para a proposição de alternativas produtivas e políticas públicas focadas na Bacia do Rio Paraitinga.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Paraitinga está localizada na região do Vale do Paraíba, ao nordeste do estado de São Paulo e abrange um total de onze municípios: Areias, São José do Barreiro, Silveiras, Lorena, Cunha, Lagoinha, Guaratinguetá, São Luís do Paraitinga, Redenção da Serra, Natividade da Serra e Paraibuna (figura 2).

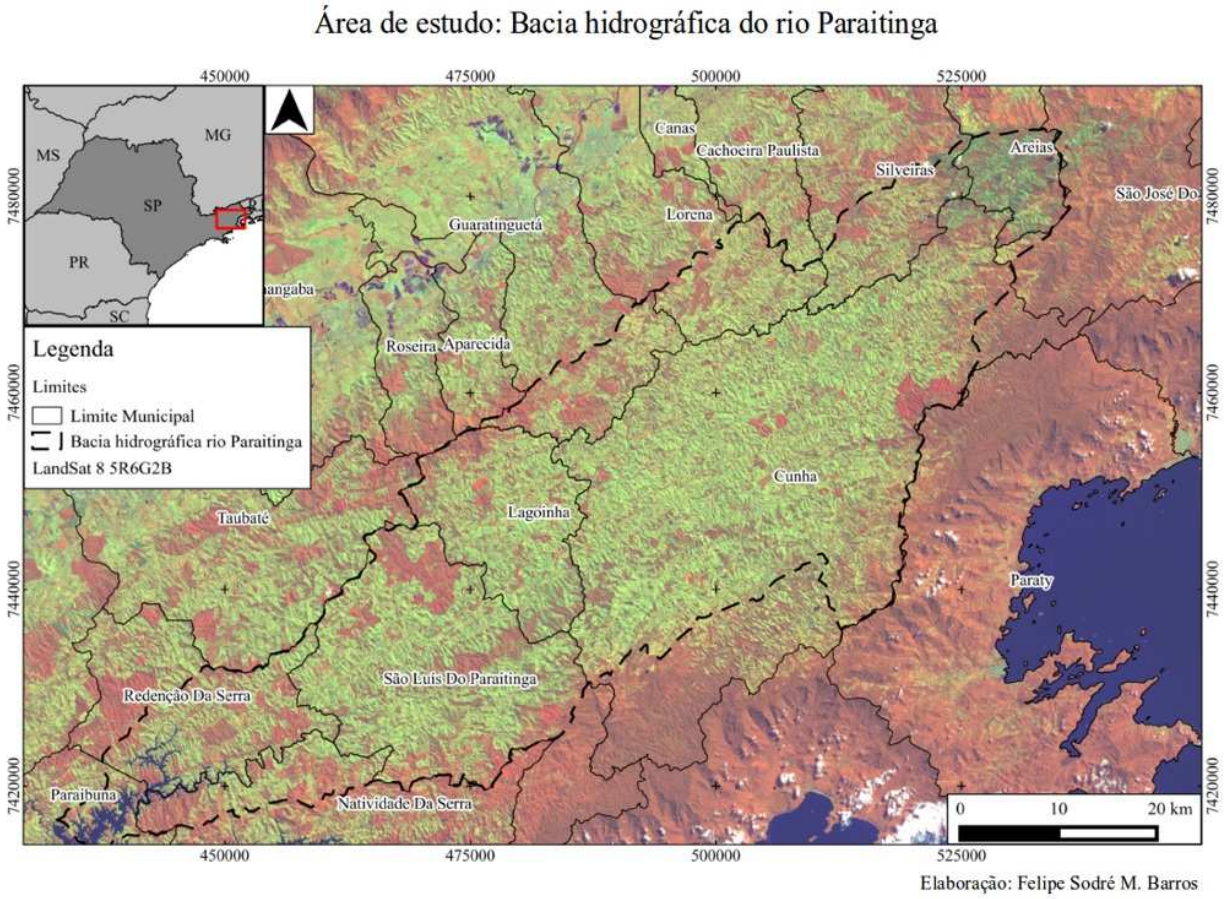


Figura 2: Mapa da área de estudo com os municípios abarcados pela bacia hidrográfica do rio Paraitinga. A composição da imagem de satélite evidencia as áreas florestadas em vermelho.

Situada no planalto cristalino reverso da Serra do Mar (Petrone, 1959), com um relevo conhecido como "mar de morros" - colinas dissecadas do Planalto Atlântico - (Ab'Saber, 2003), a Bacia do Rio Paraitinga, cuja nascente está localizada no município de Areias, conta com a contribuição de 38 cursos d´água, entre eles córregos, ribeirões e rios (DAEE, 2012) e possui a extensão territorial de 2.684,13 Km². Ao redor da bacia há três Unidades de Conservação (figura 3): a Área de Proteção Ambiental (APA) Silveiras e Parque Nacional (PN) Serra da Bocaina, situados nas áreas altas e mais protegidas da bacia; e a jusante, na área da represa de Paraibuna, sob proteção da APA Paraíba do Sul. Há ainda o Parque Estadual (PE) da Serra do Mar, que não se sobrepõe à área da bacia, mas é limítrofe a ela.

O Rio Paraitinga é um dos dois principais rios formadores da represa de Paraibuna. Junto a este último, formam a Bacia do Alto Vale do Paraíba (AGEVAP, 2006), dando origem ao Rio Paraíba do Sul. Portanto, pode-se perceber que tal área é de grande importância ambiental,

justificando maior atenção e cuidado em relação às políticas públicas voltadas para a conservação e recuperação ambiental.

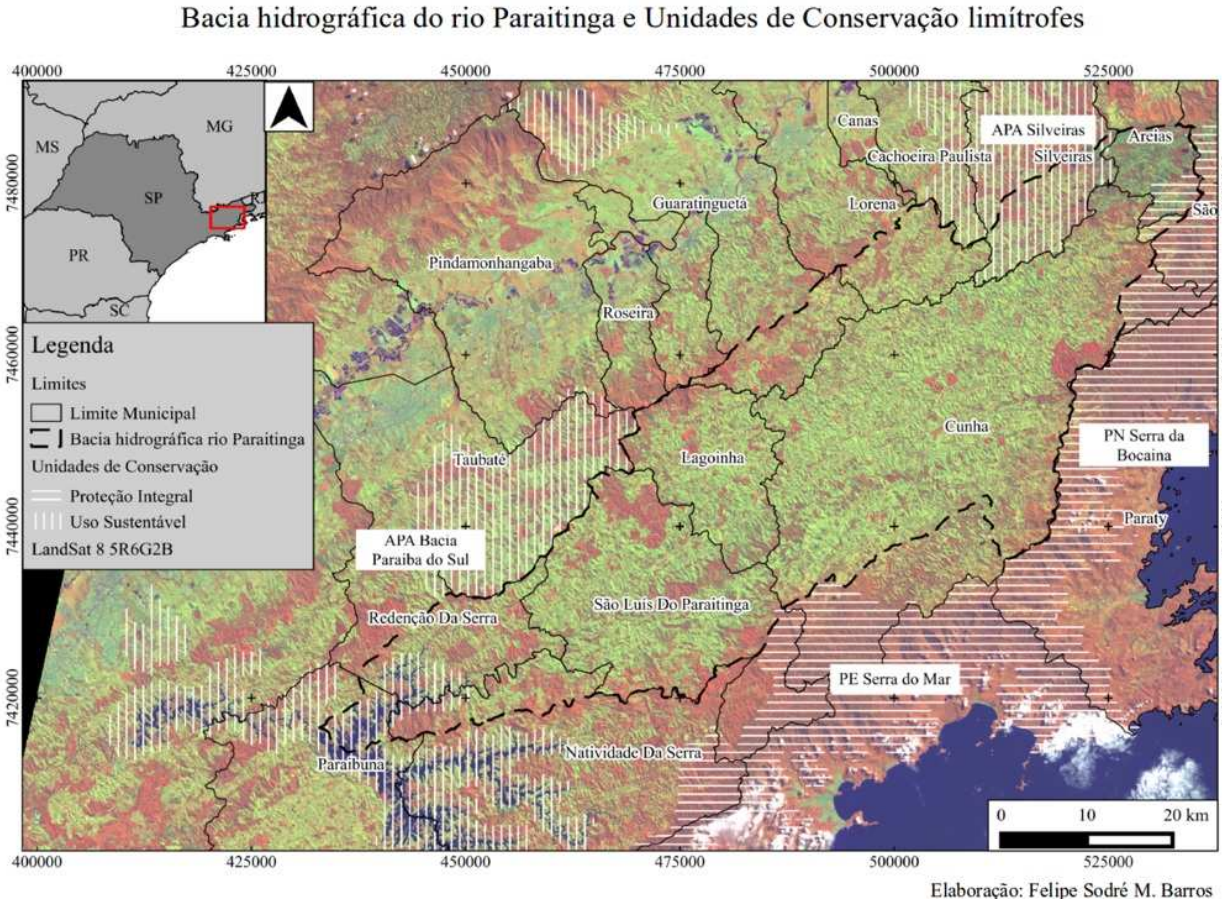


Figura 3: Mapa da área de estudo com as Unidades de Conservação contidas ou limítrofes à bacia hidrográfica do rio Paraitinga.

Dados socioeconômicos dos municípios da Bacia do Paraitinga

A população total dos municípios de composição da Bacia do Rio Paraitinga totaliza 273.869 habitantes, no qual 233.827 (85,6%) são residentes em áreas urbanas e 39.390 (14,4%) residentes em áreas rurais, segundo dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010). Cabe fazer uma ressalva em relação aos municípios de Guaratinguetá e Lorena, que possuem dados de composição da bacia hidrográfica do rio Paraitinga diferentes dos demais municípios, pois apresentam elevada concentração da população residente na área urbana (106.762 e 80.173, respectivamente), alta densidade demográfica, maiores valores relacionados à renda per capita, PIB per capita e IDH, possivelmente justificados pelo desenvolvimento dos setores industrial e de bens e serviços, além da localização geográfica estratégica destes municípios, junto ao eixo econômico Rio de Janeiro - São Paulo.

Os demais municípios da bacia apresentam populações totais compreendidas entre 3.696 e 21.866 (Areias e Cunha, respectivamente) habitantes, tratando-se de municípios de pequeno porte. Uma parcela expressiva de suas populações reside no meio rural, entre 29,63% e 58,25% (São José do Barreiro e Natividade da Serra, respectivamente), o que os diferencia da média da população brasileira no meio rural, que alcança índices próximos a 14%. Estes municípios também apresentam baixos valores relacionados à renda e PIB per capita e elevado percentual da população que se encontra vulnerável à pobreza (entre 29,35 e 46,33%), sendo caracterizados como municípios de baixos índices socioeconômicos.

Caracterização das atividades produtivas

A Bacia do Rio Paraitinga, está localizada entre três importantes polos econômicos (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte). Devido à sua localização geográfica, a região foi historicamente utilizada como passagem para o escoamento de mercadorias do interior de São Paulo e Minas Gerais para o porto, e ocupada principalmente pela produção de café. A partir da crise do café, em 1929, ocorreu a decadência desta atividade, que foi gradativamente substituída pela pecuária leiteira que, até os dias atuais, figura como a atividade principal desenvolvida no meio rural desta região (Campos, 2001).

Apesar de a pecuária leiteira ser a principal atividade entre os municípios de composição da bacia do Paraitinga, com a geração de aproximadamente 124,9 milhões de reais, em 2012 (IBGE, 2013), grande parte das áreas de pasto possui baixa produtividade ou está degradada, e há uma enorme extensão de terras improdutivas (Campos, 2001). A degradação ambiental e do solo na região, consequência de diversos fatores como tipo de ocupação e práticas produtivas, é grande e ameaça diversos serviços ecossistêmicos.

Segundo dados da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Governo de São Paulo (CATI), através do Levantamento de Dados Censitários das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA 2007/2008), ocorre predomínio das áreas ocupadas com pastagens, com 64,3% de cobertura da área total. Com relação às demais classes, destaca-se o residual de uso e cobertura do solo ocupado com vegetação natural, representando 21,09% da área, e o de áreas com reflorestamento, que representam 8,38% de cobertura e uso do solo destes municípios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Levantamento Socioambiental

Visando contemplar os preceitos fundamentais da sustentabilidade, utilizou-se a pesquisa de campo para levantar os dados primários para a consolidação do conhecimento sobre a população local. Os levantamentos em campo foram feitos a partir de entrevistas e tiveram por objetivo não apenas conhecer a situação econômica dos entrevistados, mas também sua dinâmica produtiva, articulação interinstitucional e outros, que serão melhor especificados a seguir.

Delineamento Amostral

Parte dos dados utilizados na análise integrada do uso da terra e de incorporação dos serviços ecossistêmicos na formulação de políticas regionais foi obtida através do questionário desenvolvido e aplicado junto aos *stakeholders*. A definição dos *stakeholders* de maior interesse ocorreu a partir de conversas prévias realizadas com atores estratégicos como a Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo (SMA-SP) e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Foram determinados dois principais grupos de foco para aplicação das entrevistas: o primeiro constituído por produtores rurais residentes na bacia; e o segundo, incluindo instituições, órgãos governamentais (municipal e estadual), organizações não governamentais (ONGs), institutos de pesquisa, lideranças e representantes de grupos organizados, conselhos e categorias produtivas, entre outros detalhados no item B.4., do Apêndice do Contrato 010/2013 UGL/PDRS/BIRD - Paraitinga.

Para cada um dos grupos de entrevistados foi desenvolvido um modelo diferente de questionário, descrito a seguir.

Questionário Estruturado – Produtores Rurais

O primeiro modelo aplicado foi um questionário estruturado e direcionado à obtenção de dados junto aos produtores rurais da bacia de estudo. Tal modelo possui seus principais temas e questionamentos relacionados aos fatores econômicos, sociais e ambientais ocorrentes na região. Além disso, objetiva a identificação das principais atividades desenvolvidas e seus gargalos, as características relacionadas ao acesso ao mercado, intervenções potenciais, as atividades promissoras de uso e ocupação do solo, e finalmente o levantamento de oportunidades futuras para a bacia do Paraitinga.

Os dados relacionados aos municípios da bacia de estudo foram consolidados em Dados socioeconômicos da Bacia do Paraitinga (planilhas: dados socioeconômicos, Perfil Pecuário 2010 e 2012, Censo Agropecuário 2006 e Projeto Lupa). A partir de tais dados, foram determinados os universos totais de produtores rurais da bacia do rio Paraitinga adotando os seguintes procedimentos:

- Consolidação de dados socioeconômicos dos municípios presentes na bacia do Paraitinga (Censo demográfico 2010, Censo Agropecuário 2006, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 - PNUD, Projeto Lupa 2007/2008, entre outros);
- Identificação da representatividade dos estabelecimentos rurais, da área dos estabelecimentos e da Agricultura Familiar;
- Cálculo das áreas e percentuais de participação territorial de cada município junto à bacia do Paraitinga;
- Tais valores percentuais, denominados como filtro de correção, foram aplicados aos dados do Censo Agropecuário 2006 e do Projeto Lupa, relativos ao total de estabelecimentos e a área total destes estabelecimentos rurais, realizando-se um ajuste e projeção de valores para cada município.
- A partir da aplicação deste filtro de correção, foram obtidos os dados projetados do número de estabelecimentos rurais e da área de cada município inserida na bacia de estudo e calculados os respectivos valores percentuais relativos ao total de estabelecimentos rurais e da área representativa neste novo cenário.
- Os totais dos estabelecimentos rurais e a área dos estabelecimentos rurais relacionada, segundo os dados do Censo Agropecuário 2006 e do Projeto Lupa, projetados à bacia do Paraitinga, são considerados como o universo total representativo desta bacia e a base utilizada para a determinação dos valores amostrais da pesquisa aplicada em campo.
- Baseado nas equações de estimativas de amostras para os valores encontrados, admitindo-se intervalo de confiança de 95% e margem de erro próximo a 7%, obteve-se o número total de questionários a aplicar, quantificado em 184 questionários.
- Considerando-se a média aritmética dos seguintes percentuais para cada município da bacia: número de estabelecimentos rurais,

representatividades da área e da Agricultura Familiar, foram determinados fatores de ponderação, utilizados para dimensionar e distribuir os questionários aplicados em cada município.

O organograma a seguir apresenta a sistematização dos procedimentos adotados e aplicados no delineamento amostral do questionário – modelo 1:

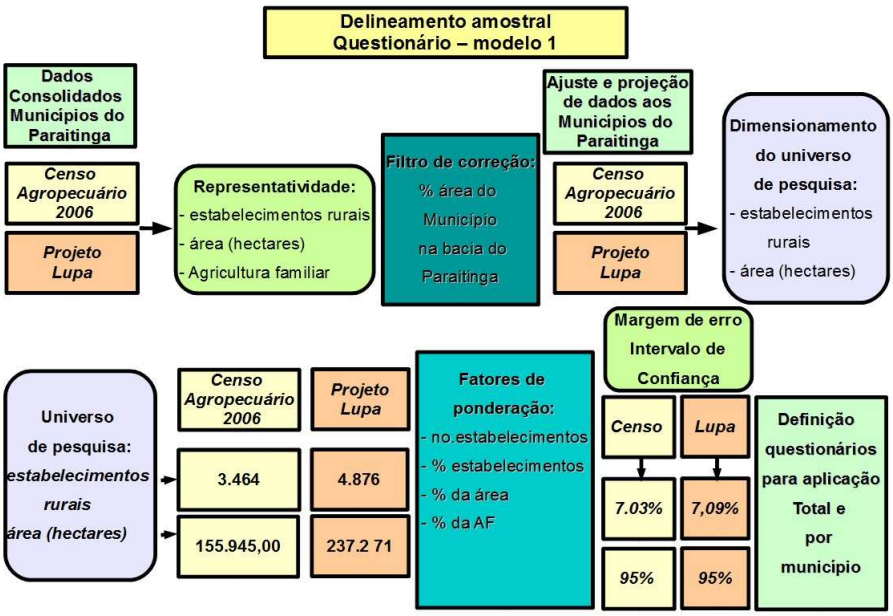


Figura 4. Delineamento amostral adotado no questionário – modelo 1.

Embora o universo de pesquisa encontrado a partir dos dados provenientes do Censo Agropecuário 2006 e do Projeto Lupa tenha apresentado valores diferentes, quando aplicados às equações de estimativas de amostras e aos fatores de ponderação aos municípios da bacia do Paraitinga, estes não apresentaram grande diferença entre si (Tabela 1).

Tabela 1: Universo de pesquisa da bacia do Paraitinga, número de estabelecimentos rurais totais e área total considerada, segundo dados do Censo Agropecuário 2006 e Projeto Lupa 2007/2008.

Universo de Pesquisa projetado à área de estudo	**Estabelecimentos totais**	**Área total (ha)**
Censo Agropecuário 2006	3.464	155.945,04
LUPA	4.876	237.271

Tabela 2. Distribuição dos questionários a aplicar na pesquisa, por município da bacia do

Paraitinga.

Número total de questionários para aplicar		
Município	**Censo Agropecuário 2006**	**Projeto Lupa**
Areias	2	1
Cunha	94	97
Guaratinguetá	1	2
Lagoinha	26	33
Lorena	2	2
Natividade da Serra	5	5
Paraibuna	1	1
Redenção da Serra	12	7
São José do Barreiro	0	0
São Luiz do Paraitinga	34	34
Silveiras	3	3
Total	180	183

A partir dos valores apresentados na Tabela 2, foi possível quantificar o padrão de aplicação dos questionários, segundo a ocorrência e distribuição das atividades produtivas em cada município, onde os valores percentuais e representativos foram utilizados para a definição deste cenário e universo amostral. A aplicação de tais questionários ocorreu em colaboração com determinadas instituições e atores locais, conforme acordo e definição conjunta com a SMA-SP, após reuniões realizadas em janeiro e fevereiro de 2014, e supervisionada e acompanhada pela equipe do Consultor. Os dados obtidos no questionário foram compilados, sistematizados e armazenados em um formulário do *Google Docs*, e as informações geradas foram analisadas qualitativa e quantitativamente.

As análises quantitativas foram feitas a partir de correlações e regressões. O primeiro modelo regressivo em versão espacial (*Spatial Autorregressive with Spatial Error Model - SAC*) e não-espacial (*Robust Linear Model*) utilizou as seguintes variáveis: renda mensal total obtida através da produção nos estabelecimentos, a produção mensal de leite em litros, a produção mensal de queijo em quilos, a renda mensal total dos membros da família exceto aquela oriunda das atividades do estabelecimento, a existência de Assistência Técnica no estabelecimento rural, se o produtor teve dificuldade no acesso a crédito rural, alegando desconhecer as condições gerais desse instrumento, se a propriedade possui corpos d'água, a área de mata existente no estabelecimento, e o número de anos de experiência do produtor em suas atividades. Tal regressão tinha como objetivo investigar se os principais atributos ambientais das propriedades (área de floresta e existência de corpos d'água) têm impacto sobre a renda dos estabelecimentos.

O segundo modelo de regressão foi um *Probit* em que a variável dependente foi a existência de vegetação além de Áreas de Proteção Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs), levando em conta as variáveis: área total de mata declarada nos questionários (em ha), utilizada como controle, se a propriedade possui corpos d'água, se o produtor utiliza as matas para alguma atividade - seja produtiva (pecuária, apicultura, turismo) seja por lazer - se na opinião do produtor a existência de matas em sua propriedade não traz qualquer benefício, se o estabelecimento conta com Assistência Técnica, renda mensal do estabelecimento oriundo das atividades produtivas, em reais, anos de experiência do produtor na atividade, se o produtor possui pelo menos o ensino médio completo, se o produtor aceitaria reduzir sua produção caso houvesse áreas ecologicamente frágeis em sua propriedade, e se o produtor tem ou teve dificuldade no acesso a crédito rural, alegando desconhecer as condições gerais desse instrumento.

No total, foram realizados 175 questionários, dos quais 92 foram no Município de Cunha, 26 em Lagoinha, 5 em Natividade da Serra, 1 (um) em Paraibuna, 10 em Redenção da Serra,

37 em São Luiz do Paraitinga e três em Silveiras. Areias, Guaratinguetá, Lorena e São José do Barreiro não tiveram questionários aplicados, devido à baixa representatividade de tais municípios na área de estudo (vide figura 4).

A distribuição espacial dos questionários pode ser vista na figura 5.

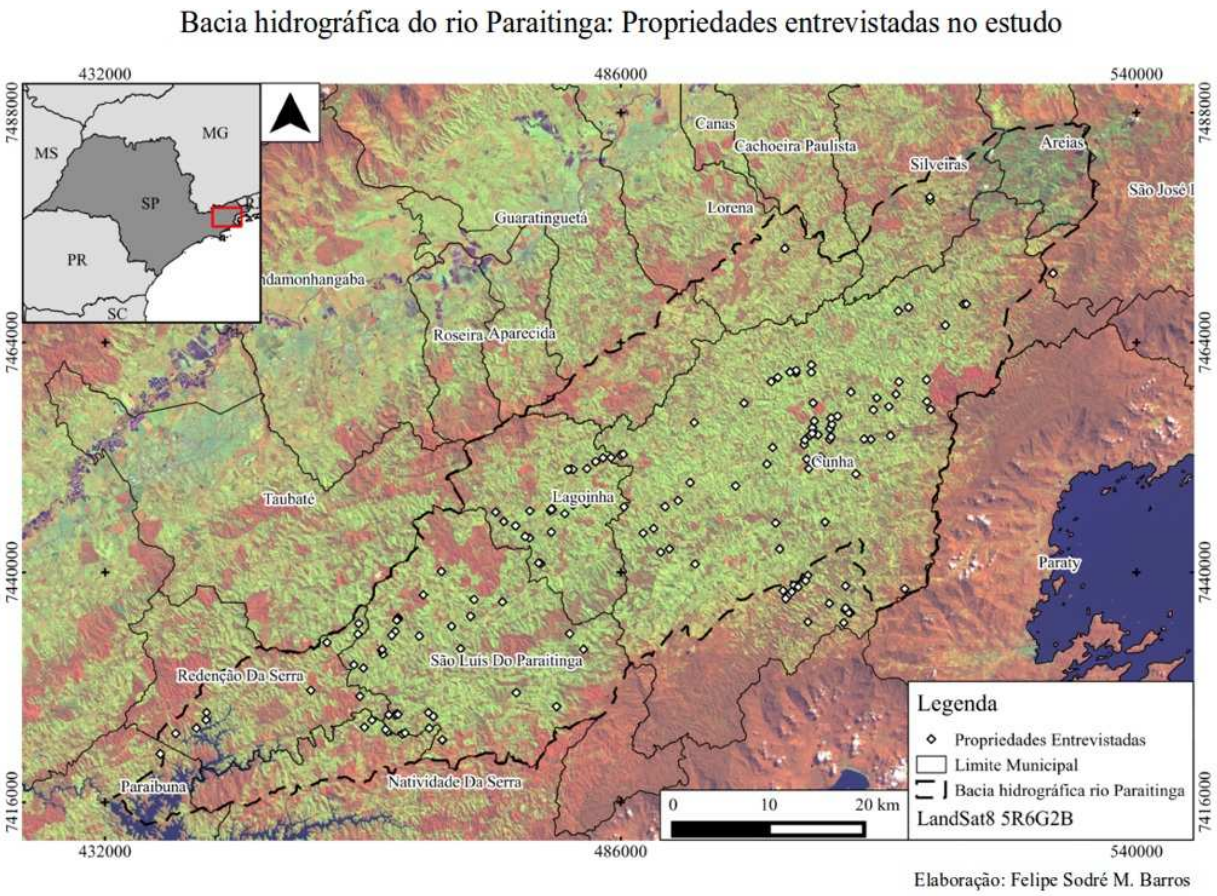


Figura 5: Mapa da área de estudo identificando as propriedades entrevistadas no levantamento de campo.

Questionário Semiestruturado - Stakeholders

A abordagem junto aos demais *stakeholders* foi realizada a partir de entrevistas semiestruturadas, que se objetivaram a identificar o papel, interesses e posicionamento de tais atores com relação aos serviços ecossistêmicos e seus usos na região, relacionados ao âmbito geral do projeto. Além disso, constou neste levantamento a obtenção de informações relacionadas à situação socioeconômica da região, características ambientais, pressões sobre os serviços ecossistêmicos, tendências e oportunidades de mercado, políticas públicas e outras intervenções desenvolvidas no local. Tais entrevistas foram conduzidas pela equipe do Consultor seguindo o roteiro apresentado a seguir:

Temas abordados nas entrevistas e reuniões com os stakeholders

Identificação do perfil e do papel da organização na região de estudo e no contexto da pesquisa.

1) Caracterização econômica e social da região e com relação às características relacionadas aos produtores rurais:

Principais atividades desenvolvidas, padrão de distribuição e caracterização da área e perfil dos estabelecimentos rurais, origem da geração de renda das famílias residentes no meio rural, mão de obra utilizada e principais características, processos de migração, produtividade e rentabilidade das atividades desenvolvidas, potencialidades encontradas e futuras, entre outros fatores.

2) Características ambientais:

Implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), situação de Reserva Legal (RL) e Área de Proteção Permanente (APP), situação dos recursos hídricos e solo (passado e atual), principais pressões sobre serviços ecossistêmicos, conflitos entre produção e conservação.

3) Mercado:

Tendência de mercado para a região, oportunidades de mercado (atuais e futuras), pressões de mercado (com relação a práticas sustentáveis de produção), oscilação de preços praticados, demandas futuras, oportunidades de uso da terra, possibilidade/viabilidade de implantação de programas de restauração, PSA, Integração.

4) Serviços Ecossistêmicos:

Se mais impactados/demandados

5) Gargalos:

Conflitos na região, dificuldades para melhorar práticas agropecuárias, acesso a crédito, assistência técnica, informação.

6) Outras Intervenções:

6.a) Intervenções que estão sendo realizadas na região (restauração, PSA, linhas de crédito, assistência técnica para produtores, subsídios, etc.), oportunidades de cada uma dessas intervenções, barreiras oferecidas por cada uma dessas intervenções, projeções e objetivos das intervenções, intervenções mais acessadas.

6.b) Políticas públicas implementadas e potencialidades futuras de implementação.

As respostas dos stakeholders foram analisadas a partir de uma triangulação dos dados. Estes foram separados de acordo com tema e as respostas dos diferentes stakeholders comparadas e analisadas. As respostas mais relevantes foram incluídas no relatório.

No total, 28 pessoas de 21 instituições foram entrevistadas, sendo seis entrevistados do poder público municipal, quatro do poder público estadual, duas Organizações não Governamentais (ONGs), cinco sindicatos/associações, dois conselhos, e uma universidade.

Mapeamento de uso e cobertura da terra

O planejamento da paisagem é um elemento crítico e fundamental para o desenvolvimento sustentável (Strassburg *et al.*, 2011; CEDAGRO, 2012), uma vez que a combinação de diferentes atividades implica no aumento da demanda por diferentes usos da terra que, por sua vez, leva ao aumento da pressão sobre os recursos naturais (Aide & Grau, 2004). A escala dessas transformações tem colocado em risco a manutenção dos ecossistemas, assim como a provisão de serviços ecossistêmicos para a sociedade (MEA, 2005; Ditt *et al.*, 2010).

É neste sentido que a classificação de uso e cobertura da terra, através das técnicas e ferramentas de Sensoriamento Remoto, se mostram instrumentos estratégicos na gestão ambiental. Além de mapearem a distribuição geográfica das diferentes tipologias de uso, também possibilitam a construção de indicadores ambientais frente aos diferentes usos e a capacidade de suporte às pressões antrópicas (IBGE, 2006). Finalmente, tal ferramenta possibilita a compreensão dos principais serviços ambientais da paisagem em seu estado atual e, por conseguinte, os serviços ambientais potenciais (Moura, 2005; Jensen, 2009).

O sensoriamento remoto pode ser definido como a técnica de mapeamento à distância, sem necessidade de contato direto entre pesquisador e o objeto, onde os sensores que captam a energia refletida da superfície terrestre são empregados (Fitz, 2008; Jensen, 2009). Neste processo, busca-se identificar as respostas espectrais dos alvos do mapeamento de forma a diferenciá-los dos demais e, a partir disso, identificam-se os padrões de cobertura da terra em um mapa síntese.

Porém, dada a necessidade de informações mais detalhadas sobre o território em análise, estende-se tal mapeamento para uma classificação que considera também o uso da terra, que por sua vez torna a pesquisa de campo imprescindível, uma vez que determinados detalhes da dinâmica territorial são melhor compreendidos in situ ou na escala local (IBGE, 2006).

Portanto, tendo em vista os objetivos do presente projeto, desenvolveu-se um processo de mapeamento do uso e cobertura da terra, utilizando não apenas ferramentas de sensoriamento remoto, mas também visitas de campo e pesquisas socioambientais.

De forma simplificada, pode-se sintetizar o processo de classificação do uso e cobertura da Bacia Hidrográfica do Rio Paraitinga através das seguintes etapas: obtenção das imagens de satélite, análise exploratória, segmentação, classificação automática, classificação visual, processo de retificação e validação, conforme sistematizado na figura 6.

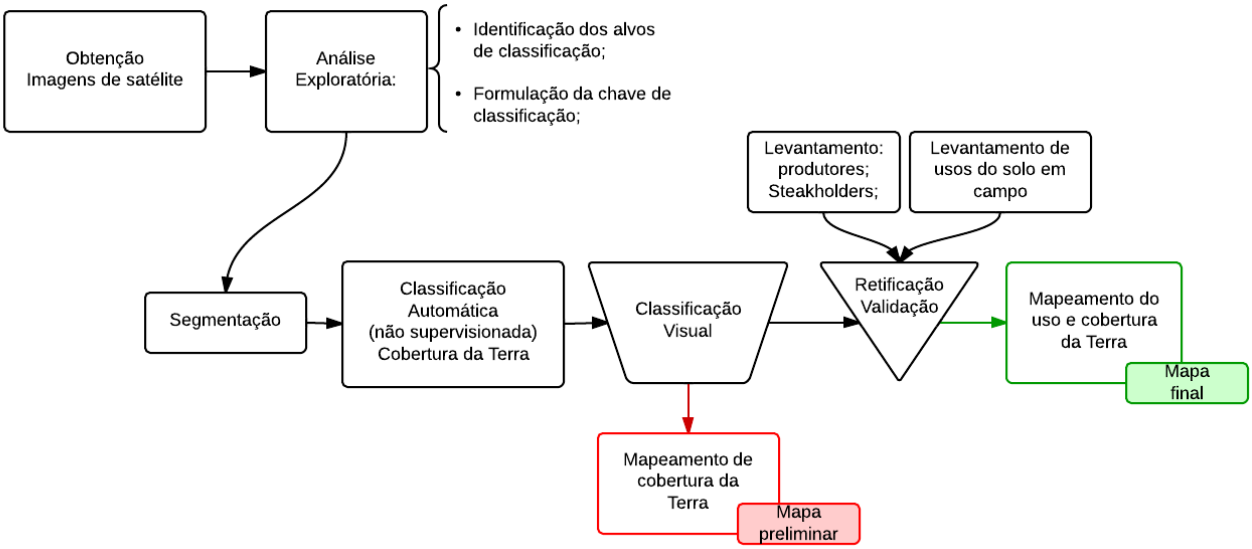


Figura 6: Processo de classificação do uso e cobertura da terra desenvolvidos.

Obtenção das imagens de satélite

No presente estudo foram utilizadas imagens de satélite disponibilizadas pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Tais imagens pertencem ao projeto *RaidEye*, lançado no dia 28 de agosto de 2008. Neste projeto foram lançados não apenas um, mas cinco sensores diferentes, o que garante maior cobertura no imageamento e agilidade de revisita[1].

As imagens produzidas por tais sensores possuem resolução espacial[2] de 5 X 5 metros, 12 bits de resolução radiométrica[3] e captam a reflectância dos objetos na superfície terrestre através de cinco faixas do espectro eletromagnético, conforme apresentado na tabela 3.

1 - Revisita: Espaço de tempo que um sensor leva para imagear novamente a mesma cena.

2 - Resolução espacial: Área real abrangida no terreno por cada pixel da imagem. Portanto, representa a área generalizada pelo tamanho do pixel.

3 - Resolução radiométrica: Quantidade de níveis digitais presentes na imagem.

Tabela 3: Identificação das bandas das imagens *RapidEye*, as respectivas resoluções espectrais e principais características.

	Identificação da banda	**Resolução espectral[4] (nm)**	**Correspondência**	**Características**
Sensores *RapidEye*	Banda 1	*440 – 510*	*Azul*	Faixa visível: abarcam os comprimentos de onda cuja radiação pode ser percebida pelo olho humano.
	Banda 2	520 – 590	*Verde*	
	Banda 3	*630 – 685*	*Vermelho*	
	Banda 4	690 – 730	*Borda Vermelho*	Faixa espectral associada ao calor, sensível à quantidade de biomassa da vegetação.
	Banda 5	760 – 850	*Infravermelho próximo*	

Pode-se perceber, portanto, que, ao trabalharmos com todas as bandas disponíveis e, principalmente com a faixa espectral do infravermelho próximo, passamos a considerar elementos e respostas espectrais que não são visualizadas pelo olho humano, mas que auxiliam em muito na diferenciação de determinados alvos.

O intervalo captado pela faixa espectral azul apresenta maior penetração nos corpos d'água e fornece suporte para análise de solo e vegetação. A faixa espectral verde reflete na região de absorção pela clorofila, para a vegetação verde saudável. A faixa espectral do vermelho é absorvida pela clorofila da vegetação verde sadia e possui reduzido efeito da atenuação atmosférica. O intervalo espectral da Borda Vermelho, contudo, é uma região espectral de mudança abrupta na reflectância, reduzindo precisão em investigações sobre vegetação. O infravermelho próximo, por sua vez, representa o intervalo espectral muito sensível à quantidade de biomassa da vegetação e/ou área foliar. É útil para realçar contrastes entre solo/floresta e terra/água (Jensen, 2009).

Dessa forma, percebe-se o caráter complementar de cada banda do sensor *RapidEye*, e não excludente. Ao utilizarmos todas as bandas garantimos a maior gama de respostas

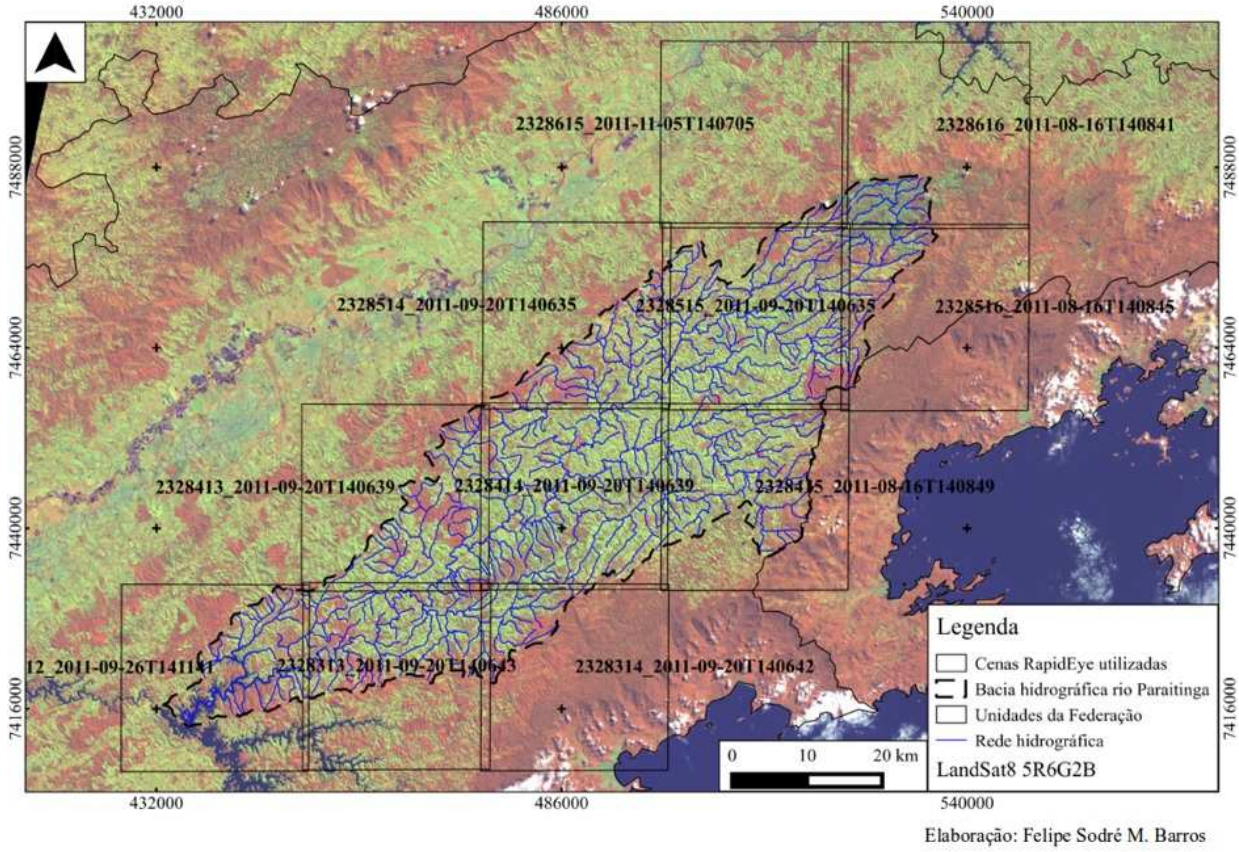
4 - Resolução espectral: Intervalo de comprimento de onda imageada pelo sensor.

espectrais capazes de diferenciar os alvos de mapeamento, mesmo quando não visíveis ao olho humano.

Com relação ao sistema de coordenadas e de projeção, as imagens são disponibilizadas no mesmo sistema exigido pelo Termo de Referência, sendo ele o Universal Transverse de Mercator (UTM), zona 23 S e datum SIRGAS 2000. O mesmo sistema de coordenadas e projeção foi utilizado durante todo o processo de classificação do uso e cobertura da terra.

Para a classificação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraitinga, foi necessário a utilização de 11 cenas diferentes do projeto *RapidEye* (Figura 7), geradas entre as datas de 16/08 a 05/11 de 2011.

Cenas do satélite *RapidEye* utilizadas no mapeamento da Bacia hidrográfica do rio Paraitinga



Elaboração: Felipe Sodré M. Barros

Figura 7: Cenas do satélite *RapidEye* utilizadas no processo de mapeamento de uso e cobertura da Terra. Ver detalhes das cenas no Anexo I.

É importante frisar, portanto, que o mapeamento baseado em tais imagens deve ser analisado considerando o contexto espacial e temporal em que foram geradas.

Análise exploratória

Nesta etapa foram definidos e discutidos os alvos a serem mapeados. Para tal, levaram-se em consideração os objetivos do projeto, bem como as limitações e potencialidades da imagem utilizada. Também foi fundamental nesta etapa a realização de uma pesquisa de campo, de forma a reconhecer a área de estudo e identificar os principais tipos de cobertura da terra.

A pesquisa de campo foi realizada entre 14 e 17 de janeiro de 2014, onde foram percorridos mais de 207 quilômetros, reconhecendo e registrando 155 de pontos de GPS e 613 imagens fotográficas da área de estudo, mas não se limitando à delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraitinga, conforme ilustrado na figura 8.

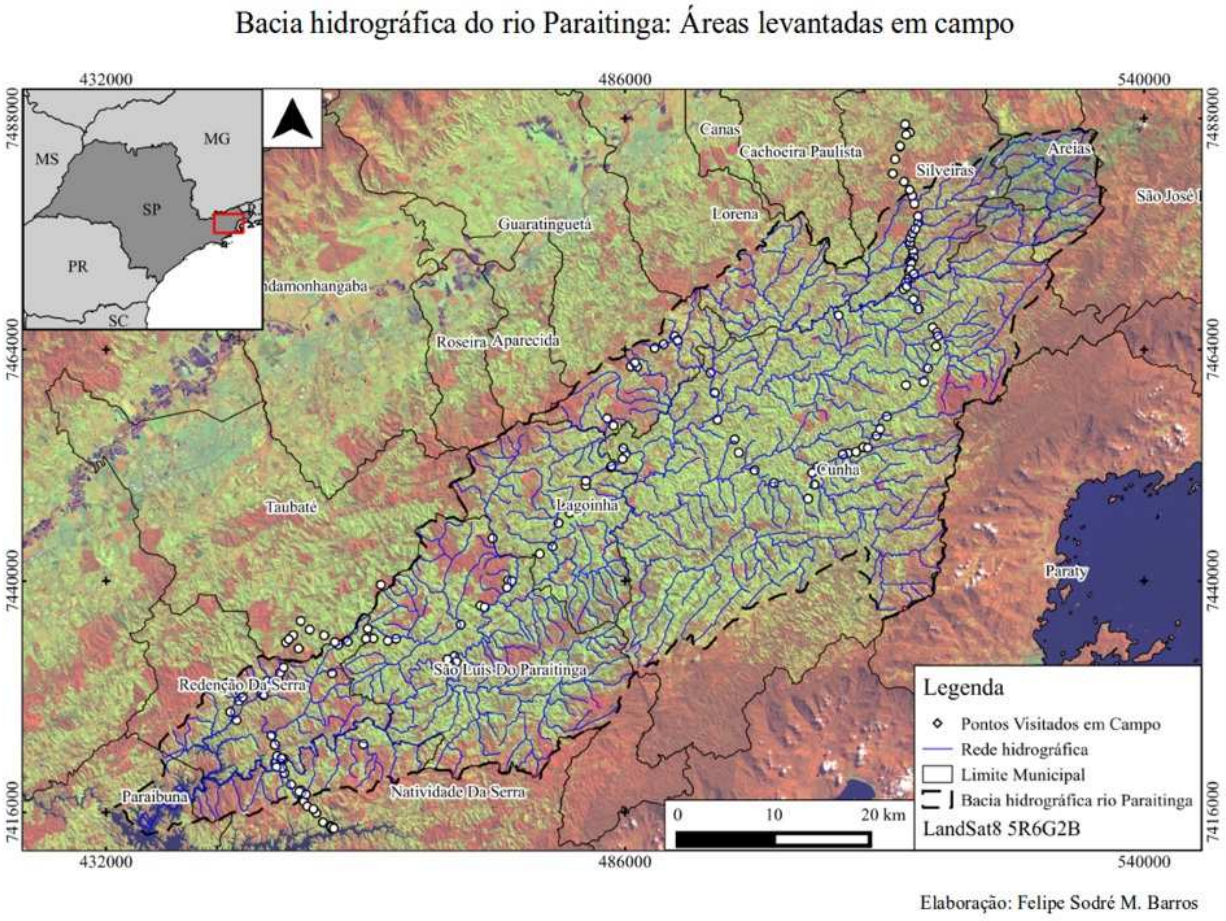


Figura 8: Pontos visitados em campo entre os dias 14 a 17 de Janeiro de 2014.

Dessa forma, pôde-se apresentar, discutir e estabelecer, em reunião ocorrida no dia 17 de janeiro de 2014 com responsáveis da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, um total de 13 classes a serem mapeadas: área degradada, área queimada, área

urbana, corpos d`água, cultivo, floresta (em estágio sucessional) inicial, floresta (em estágio sucessional) médio-avançado, mineração, pasto, pasto degradado, pasto sujo, silvicultura e solo exposto.

Vale evidenciar a diferença entre as classes "área degradada" e "solo exposto", no qual a primeira é identificada como áreas sem vegetação original, com evidências de ação de processos erosivos, ou qualquer tipo de cobertura vegetacional. Por isso apresenta grande reflectância em todas as faixas do espectro eletromagnético, fazendo com que sua resposta seja branca. A classe de "solo exposto", por sua vez, busca identificar as áreas sem cobertura vegetacional, mas com vestígios de preparo do solo para o cultivo ou plantio de silvicultura.

Como resultado temos a formulação da chave de classificação que guiou todos os operadores no processo de classificação supervisionada. As amostras representantes de cada classe fotografadas em campo e através do satélite, com sua breve descrição, encontram-se no Anexo II.

Segmentação

O processo de segmentação é considerado como um processo pré-análise, onde utilizam-se ferramentas computacionais e estatísticas para fragmentar uma região (imagem de satélite), em unidades homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, como por exemplo, o nível de cinza dos pixels (tonalidade), textura e contraste. As regiões discretizadas, dessa forma, possuem características similares em termos tonais e texturais, formando regiões homogêneas.

Para tal, utilizou-se o processo de segmentação por crescimento de regiões disponível no software SPRING (Câmara, 1996). As regiões são formadas considerando descontinuidade através das mudanças abrupta dos valores de cinza, concomitante à análise de agregação de pixels em função da sua semelhança (similaridade) com os pixels vizinhos (Gonzáles; Wintz, 1987).

Neste processo utilizaram-se todas as bandas disponíveis nas imagens do satélite *RapidEye*. Portanto, pode-se dizer que o processo de segmentação considerou, inclusive, elementos que passariam despercebidos para o olho humano, em um processo de classificação manual.

Porém, para tanto, é necessário informar dois limiares básicos: área mínima e similaridade. Tendo em vista a escala final do trabalho (1:20.000) utilizou-se como limiar de similaridade o valor 1000 e 10 *pixels* para área mínima. Assim, garantimos que a segmentação gerada possua generalização menor que a requerida para o projeto, garantindo a possibilidade de não perdermos informações através da generalização.

Os resultados desse processo são áreas com aspecto contínuo, onde cada área possui características espectrais bem diferentes das vizinhas que a cercam (figura 9). Tais regiões discretizadas serão, portanto, as feições a serem classificadas quanto à sua cobertura e uso.

a) Imagem *RapidEye* utilizada	b) Imagem *RapidEye* segmentada

Figura 9: Exemplo de uma área da imagem a ser segmentada (a) e após a segmentação(b).

Classificação automática

A classificação de imagens visa categorizar a cobertura da terra, distinguindo as composições das diferentes regiões geradas pelo processo de segmentação, usando técnicas de reconhecimento de padrões. Utilizou-se portanto, o algoritmo *Isoseg*, disponível no software SPRING (Câmara, 1996).

O *Isoseg* é um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, baseado na extração dos atributos estatísticos (média e matriz de covariância) de cada região discretizada no processo de segmentação, e considerando todas as bandas do satélite *RapidEye*. Em suma, o algoritmo busca, estatisticamente, agrupar regiões a partir de uma medida de similaridade entre elas (figura 10). Assim, a medida de similaridade utilizada foi a distância de *Mahalanobis* (MOREIRA, 2005).

O algoritmo de *Isoseg* pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$D = \frac{1}{2}(X - m_i)^T C_i^{-1}(X - m_j)$$

No qual:

D = distância de *Mahalanobis*;

T = matriz transposta;

C_i = matriz de covariância;

m_i e m_j = vetor de média das classes i e j ;

X = região de análise.

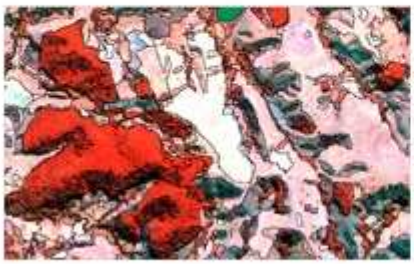
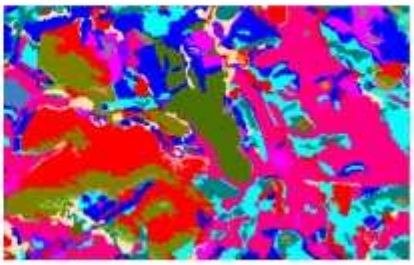
a) Imagem *RapidEye* segmentada	b) Classificação não supervisionada *Isoseg*
	

Figura 10: Exemplo de uma área da imagem já segmentada (a) e após a classificação automática usando o algoritmo *Mahalanobis* (b).

Novamente, pelo fato de tal análise considerar todas as faixas espectrais captadas pelas diferentes bandas do satélite, são consideradas respostas que não seriam perceptíveis pelo olho humano, como no caso das respostas captadas pelo intervalo espectral do infravermelho próximo. Dessa forma, a discretização de tais polígonos pode ser considerada mais eficiente do que se fosse realizada manualmente apenas.

Classificação visual

Como a classificação realizada estatisticamente agrupa as regiões em classes a partir de suas similaridades, há a necessidade de analisá-las separadamente, a fim de identificar a qual classe de cobertura da terra pertencem (figura 11). Trata-se de um processo subjetivo, onde a chave de classificação criada durante o processo de análise exploratória se faz fundamental ao guiar o técnico e reduzir a carga de subjetividade.

Visando reduzir tal subjetividade, cada uma das 11 imagens utilizadas no mapeamento foi classificada visualmente duas vezes, por técnicos diferentes. Assim, os resultados foram contrastados durante o processo de validação e retificação. Quando foram identificadas áreas classificadas em classes diferentes, foi discutido qual classe melhor representaria tais áreas, tendo a chave de classificação como guia (Anexo II).

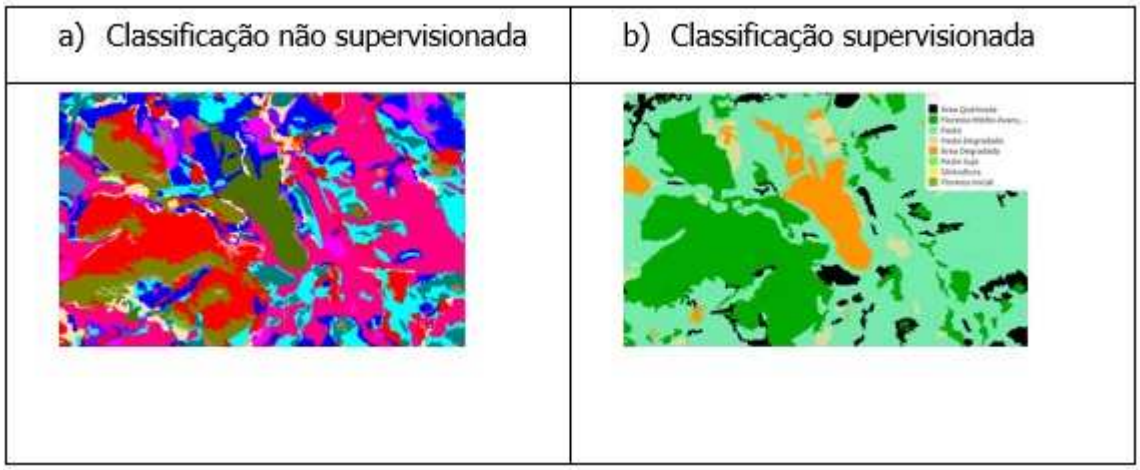


Figura 11: Exemplo de uma área já classificada automaticamente (a) e a mesma área após o processo de classificação visual (b).

Processo de retificação e validação

Neste processo, foi desenvolvido um procedimento de validação da classificação supervisionada e a retificação das áreas onde as classificações foram discrepantes. Tal procedimento foi, sempre que possível, corroborado pelos levantamentos feitos em campo, tanto com os produtores quanto com os principais *stakeholders* da área mapeada.

Este método de pesquisa é conhecido pelo uso de informação colateral, sendo tais informações dados coletados em campo ou até mesmo dados secundários que subsidiem o processo de classificação da imagem de satélite.

Percebeu-se, portanto, que para o presente caso, tais procedimentos foram fundamentais não apenas para a consideração dos usos do solo no mapeamento, como principalmente para garantir a qualidade e consistência do mapa de uso e cobertura, apesar da complexidade e tempo demandado.

Análises e diagnósticos ambientais

Uma vez realizado o mapeamento de uso e cobertura da terra para a bacia hidrográfica do rio Paraitinga, algumas análises espaciais foram desenvolvidas de forma a entender o quadro ambiental da região. Em tais análises utilizou-se métricas da paisagem, como Índice de Circularidade, assim como a aplicação da legislação ambiental vigente, com relação às áreas de Preservação Permanente (APP) (Lei 12651/2012), visando estimar a adequação ambiental do uso da terra na bacia hidrográfica em estudo.

Para o caso da análise da adequação ambiental, foi necessário utilizar alguns dados espaciais oficiais, como: Rede hidrográfica da área de estudo, fornecida pela IBGE em escala 1:250.000 e dados matriciais de altimetria, do projeto ASTER (Advance Space Borne Thermal Emission and Reflection Radiometer) com resolução espacial de 30m, de onde foram derivadas as análises de Área de Preservação Permanente de Topo de Morro, com escala final de 1:100.000.

Ainda com relação às estimativas de APP de rios e lagos, é importante frisar que, a partir do novo código florestal, é fundamental saber o tamanho das propriedades para que se possa definir a APP adequada. E por tal informação não estar disponível, consideramos uma faixa fica de 30 metros para rios até 10 metros de largura e 50 para rios com largura entre 10 e 50 metros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico do uso da terra "Caracterização da Área (Mapeamento de uso e cobertura da terra)"

A partir do mapa de uso e cobertura da terra (Figura 12; Anexo III) e dos dados compilados na tabela 4, é possível perceber que a Bacia do Rio Paraitinga apresenta uma estrutura da paisagem bem homogênea, com prevalência de poucas classes e com elevado grau de fragmentação florestal.

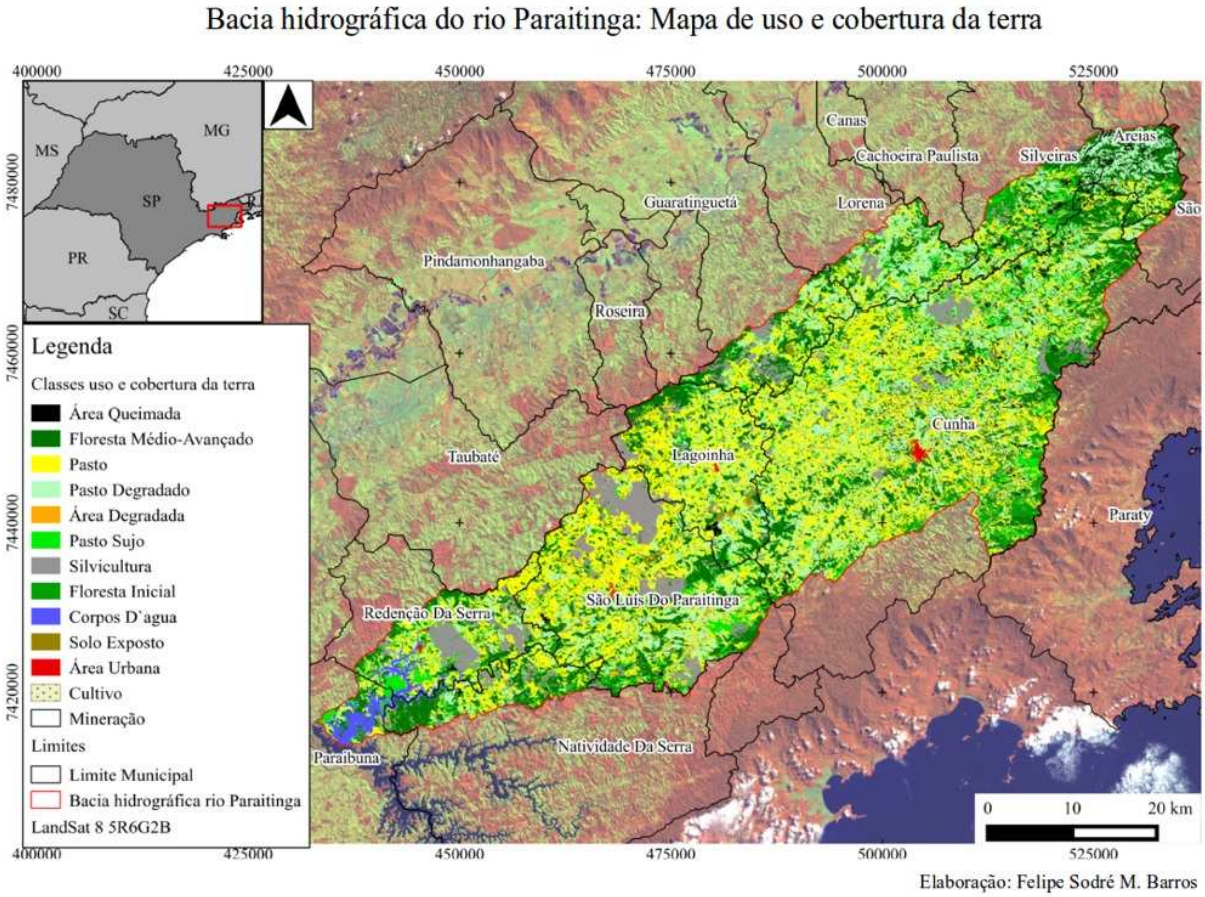


Figura 12: Mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Paraitinga.

A presença majoritária de classes na bacia é de pasto limpo, pasto degradado e floresta médio-avançado (figura 13). O pasto (limpo e degradado) aparece de forma mais homogênea, em toda área da bacia, fruto do uso histórico e intensivo do solo por diferentes atividades agrícolas e da agropecuária. Tais dados vão ao encontro com aqueles apresentados pelo Levantamento de Dados Censitários das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA 2007/2008), da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do

Governo do Estado de São Paulo, que mostra que ocorre predomínio das áreas ocupadas com pastagens, sendo que a vegetação nativa representa 21,09% da área.

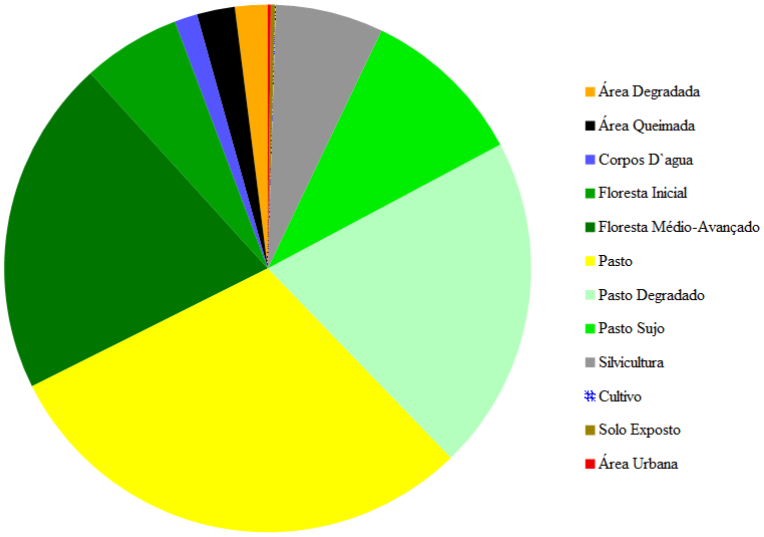


Figura 13: Proporção de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Paraitinga, segundo o mapeamento realizado.

Os municípios com as três maiores áreas de pasto limpo em relação às suas extensões, são: Lagoinha (40,5%), Cachoeira Paulista (37,66%) e São Luís do Paraitinga (35,38%). A grande quantidade de pastagens presente na bacia está relacionada com a principal atividade desenvolvida na região, que é a pecuária. De acordo com as entrevistas de campo e com os *stakeholders*, a atividade produtiva realizada por maior número de entrevistados na região é a pecuária leiteira (64%), seguida da pecuária de corte (16%) e horticultura (6%) (Figura 14). Além disso, apenas 14 (8%) dos entrevistados não desenvolvem alguma atividade de pecuária, o que corrobora com a estrutura da paisagem encontrada, com elevadas proporções de usos pastoris e baixos usos agrícolas.

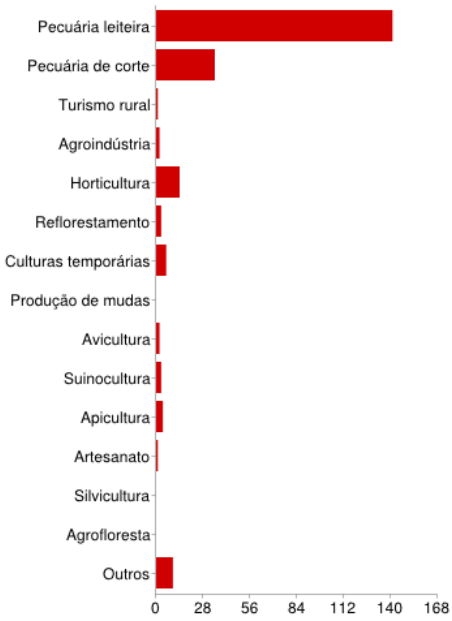


Figura 14: Gráfico das principais atividades produtivas desenvolvidas pelos produtores.

Com relação ao pasto degradado, Lorena apresenta 34,38% da área do município na bacia, seguido por Areias com 34,13% e São José do Barreiro com 31,47%. A grande quantidade de pastagens degradadas na bacia (20,50% da cobertura) também foi citada por diversos *stakeholders.* No entanto, 96% dos produtores afirmou que não há pastos degradados dentro de suas propriedades. Quando questionados sobre os principais problemas ambientais na sua propriedade e na região, um número bastante pequeno de produtores respondeu degradação do pasto como um problema. A discrepância de tais respostas com a porcentagem de área de pastos degradados na bacia indica a falta de percepção dos produtores rurais quanto ao processo de degradação das pastagens. Mostra que o produtor não conhece as características de uma pastagem degradada, ou que não se sentiu à vontade para declarar tal fato para os entrevistadores. De toda forma, é importante considerar que a falta de manejo adequado do pasto pode ser devido à falta de informação e percepção do produtor rural na região, que não tem instrumentos suficientes para detectar a degradação e consequente baixa produtividade do pasto.

Com relação às florestas, é possível perceber que estas se encontram de forma bastante fragmentada na região. As Florestas em estágio sucessional médio-avançado se concentram principalmente nos municípios de Areias (42,46%), Natividade da Serra (36,06%) e Guaratinguetá (30,14%). Não por acaso, os municípios que apresentam os menores valores de cobertura florestal são aqueles que contêm uma extensa área de pasto limpo, ou seja, Cachoeira Paulista, com 16,80% de floresta médio-avançado e 37,66% de pasto, e Cunha,

com 16,91% de floresta médio-avançado e 32,06% de pasto. O percentual da área ocupado por florestas (Florestas Iniciais e Florestas Médio-Avançado) na bacia é de 26,63% da área, percentual grande se comparado aos remanescentes de florestas nativas encontrados da bacia do Vale do Paraíba do Sul (19,7%) e grande parte das bacias do Estado de São Paulo (IPEF, Comunicação Pessoal).

A partir da análise do mapa de Uso e Cobertura do solo ilustrando também as Unidades de Conservação (Proteção Integral e Uso Sustentável) (Figura 15), observa-se que grande parte dos fragmentos florestais em estágio médio-avançado, estão inseridos em unidades de conservação de proteção integral e.g: Parque Nacional Serra da Bocaina e Parque Estadual da Serra do Mar. Neste caso estão os municípios de Areias e São José do Barreiro. Areias com 42,46% de cobertura florestal médio-avançada, 14,31% estão sob a administração do Governo Federal no PN Serra da Bocaina e São José do Barreiro com 28,35% desta cobertura, 26,37% estão inseridos também na PN Serra da Bocaina. Conclui-se portanto que, fora do Parque Nacional, a área de floresta em estágio médio-avançado destes municípios é de apenas 28,15% e 1,98%, respectivamente, dado que confirma também o alto índice de pasto degradado presente nos dois municípios como citado acima.

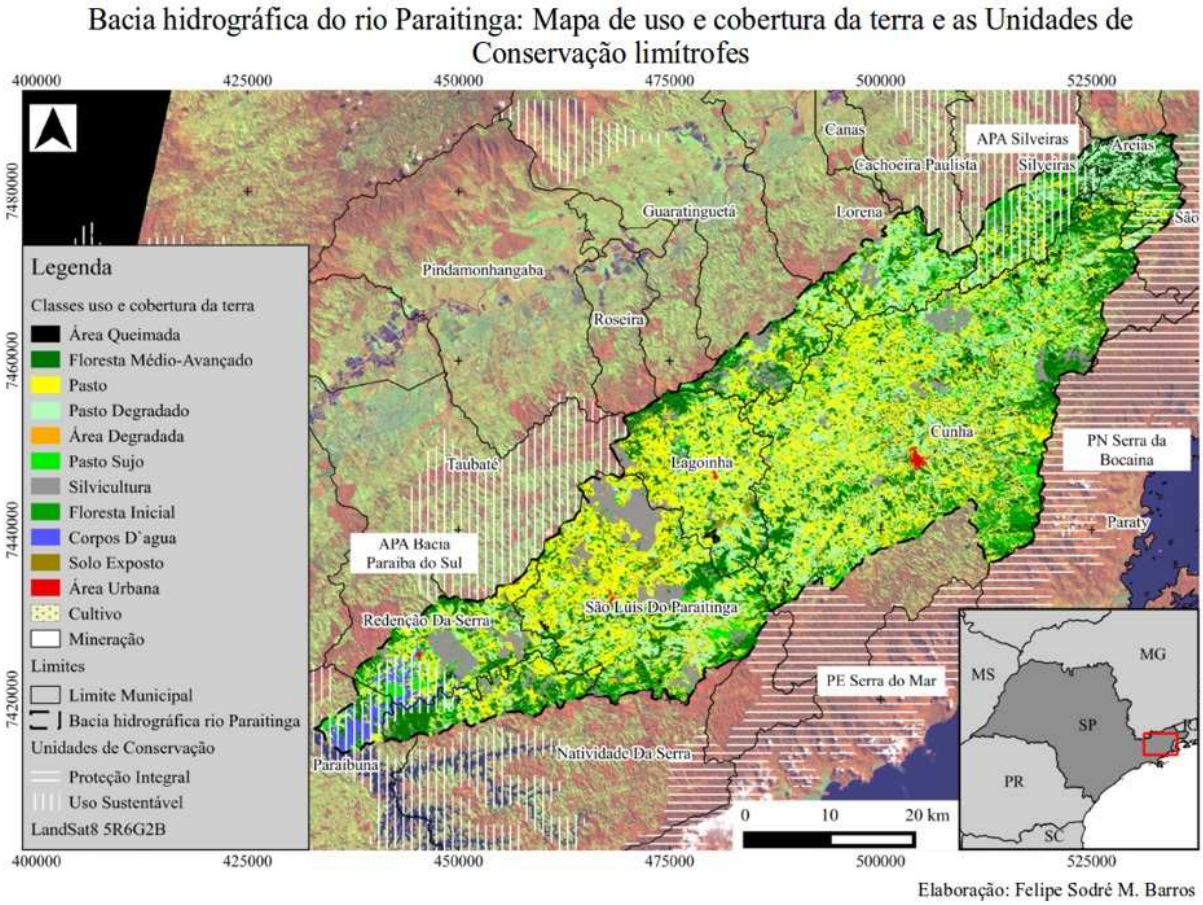


Figura 15: Mapa de uso e cobertura da terra e as Unidades de Conservação da região.

As áreas destinadas ao uso de cultivo agrícola (cultivo) são encontradas somente em alguns municípios específicos como em Cunha (47,14 ha), Guaratinguetá (14,21 ha), Lorena (6,28 ha) e São Luís do Paraitinga (18,96 ha), tendo pequena representatividade na estrutura da paisagem da bacia. De acordo com as pesquisas de campo, apenas 3% dos entrevistados desenvolvem atividades ligadas a culturas temporárias. As espécies cultivadas mais utilizadas estão relacionadas a complementação alimentar animal, durante os períodos de estiagem prolongada e no período do inverno, como o capim napier, cana de açúcar, milho ou sorgo.

A silvicultura e o pasto sujo também apresentaram uma elevada representatividade na bacia. No entanto, esses usos apresentaram maiores coberturas nos municípios de Guaratinguetá (12,25% e 10,23%, respectivamente), Redenção da Serra (17,41% e 14,10%) e São Luís do Paraitinga (13,38% e 8,09%) comparadas aos outros municípios da bacia. Desta forma, apesar de totalizar apenas aproximadamente 6% da cobertura da bacia e de ter sido citada como a principal atividade por apenas 3 entrevistados, ela foi considerada por muitos *stakeholders* como uma atividade importante, com grande adesão devido aos projetos de grandes empresas na região. No entanto, em alguns municípios, como nos casos de São Luiz do Paraitinga e Redenção da Serra, há uma restrição legal para o aumento de áreas destinadas ao plantio de Eucalipto. A apicultura e turismo rural têm sido apontadas como atividades de grande potencial na região. Contudo, os resultados dos questionários demonstraram que apenas 2% dos produtores desenvolvem atividades de apicultura e somente 1 registro para atividade de turismo rural.

Os padrões de usos do solo e das atividades produtivas na região da bacia também podem estar relacionados ao fenômeno do êxodo rural, que já vem ocorrendo na região (IBGE, 2014), sendo mencionado por grande parte dos *stakeholders*. De acordo com as entrevistas, é possível perceber que grande parte do êxodo é de jovens, já que são poucos que participam das atividades nas fazendas. Além disso, alguns *stakeholders* mencionou que tem sido observada a venda das terras de médio e pequeno porte e a divisão das mesmas, gerando propriedades com áreas menores. Somando-se a isso, há um movimento de saída de áreas urbanas para aquisição de pequenas áreas de lazer. Por outro lado, foi também mencionado que a venda de determinadas propriedades rurais tem sido destinada para produtores de maior porte, ocasionando um processo de concentração cada vez maior de terras na região da bacia do Paraitinga, e consequentemente, um menor número de propriedades com áreas maiores.

Apesar da variedade de atividades que são desenvolvidas e com potencialidades para serem desenvolvidas, há pouca diversificação de atividades produtivas, sendo o padrão de

uso do solo bem estabelecido na região. Apenas 10% dos entrevistados afirmaram ter desenvolvido outras atividades que não estão mais em prática atualmente, e a maior parte não desenvolve outras atividades além da agropecuária. São Luiz do Paraitinga é o único município em que aproximadamente 50% da população desenvolve outras atividades.

Por fim, em relação aos corpos d'água os municípios mais relevantes são o Paraibuna (1633,04 ha), Redenção da Serra (1210,36 ha) e Natividade da Serra (432,91 ha), sendo o índice desta cobertura nos outros municípios baixo ou quase nulo. Vale destacar que a diferença de vazão entre os municípios se dá principalmente devido à presença da UHE Paraibuna que foi construída em 1977 e cuja área total do reservatório é de 224 Km² (composta pelo reservatório de Paraibuna – 177 Km² - e pelo reservatório de Paraitinga – 47 Km²). (CESP, acessado em 30/04/2014).

Diagnóstico Socioeconômico

1 Caracterização dos produtores rurais

Oitenta e três por cento dos produtores entrevistados são casados e 97% residentes da zona rural, dentre os quais aproximadamente 80% tem escritura. Apenas 6% desenvolve atividades em terras arrendadas. A média do tamanho das propriedades é de 36,91 ha, mas os tamanhos variam bastante (de 1 a 242 hectares, gerando um desvio padrão de = 45,70), sendo a maioria (mais que 70% do total) menor que 50 hectares conforme figura 16.

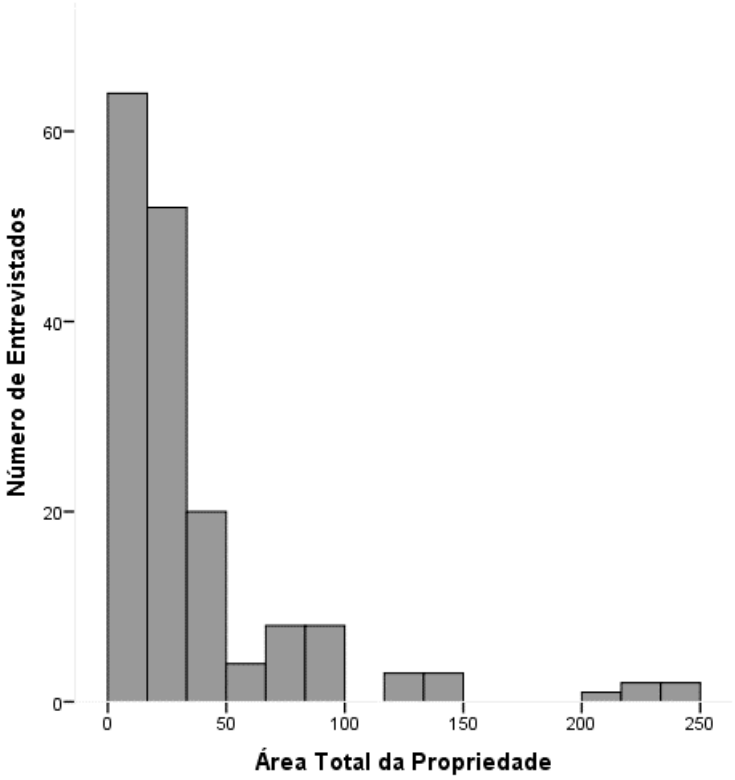


Figura 16: Gráfico de histograma com a frequência de tamanho das propriedades.

Metade dos produtores terminou o ensino fundamental, quase 20% não teve nenhum acesso a educação. A mão de obra familiar é predominantemente masculina, sendo que em menos de 50% das propriedades não há mulheres participando. Estas apareceram como responsáveis por atividades como "Limpeza" e "Tratos" com produtos da agricultura como hortaliças e queijos, entre outros. Cunha foi o único município em que mais de 50% das propriedades não tem participação feminina nas atividades agrícolas, e o único em que apenas um terço dos entrevistados faz contratação de mão de obra externa, contrastando com os 51% das propriedades que contratam mão de obra na bacia. Pelo fato de Cunha ter menor acesso a contratação de mão de obra externa e representar aproximadamente metade

do número amostral das entrevistas, os resultados registram que poucas famílias (37% dos entrevistados) tem dificuldade na contratação de mão de obra externa. Porém, ao excluirmos Cunha da análise, é possível identificar que em todos os outros municípios a maioria dos produtores apresentam esta dificuldade.

2 Mercado

O maior mercado atualmente na região é relacionado à produção de leite. De acordo com os entrevistados, a demanda é grande e dificilmente o produto não é vendido. No entanto, há muita competição e a pressão para aumento de qualidade do produto vem crescendo, e os preços oscilam muito. As cooperativas de leite atuantes na região têm um papel importante na compra e venda do produto, garantindo mercado para os produtores, apesar de comprar por preços mais baixos. Com garantia de venda e custos moderados, a pecuária leiteira é o carro-chefe para a obtenção da renda em muitas famílias. Quando questionados sobre a tendência da produção de leite na região, entrevistados mostraram perspectivas divergentes: alguns concordaram que a produção leiteira continuará estável na região, enquanto outros acreditam que para o leite garantir grande parte da renda da propriedade esta deve ser feita em larga escala, e que então apenas os grandes produtores de leite serão bem sucedidos.

A produção de eucalipto foi considerada por um determinado período uma atividade bastante importante na região, mas tem diminuído devido aos baixos preços da celulose praticados atualmente e devido às restrições de alguns municípios para a expansão desta atividade. Além disso, o retorno da lucratividade do eucalipto nem sempre é bem vista pelos moradores da cidade: Redenção da Serra, que é o município da bacia do Paraitinga com maiores extensões de terra destinadas à produção de eucalipto (3.321,79ha), não se beneficia com o recebimento de recursos provenientes do ICMS da produção, já que este recurso é aplicado no município de Jacareí, onde é processado na unidade industrial estabelecida.

A apicultura, por outro lado, vem a ser uma atividade em crescimento, principalmente pelas políticas de aquisição de alimentos, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (ver seção 'Intervenções'). A inserção do produtor no mercado das merendas escolares tem contribuído com a venda de parte da produção, garantindo também a estabilidade dos preços praticados. Além disso, a apicultura apresenta um retorno interessante, com um potencial elevado de produção. A apicultura é vista como uma atividade de grande atratividade na região e tem contado com ações desenvolvidas em

parcerias, por associações de apicultores constituídas na bacia, objetivando o incentivo da produção e a geração de renda da atividade.

O turismo rural ainda tem ocorrência mais pontual na região, mas foi mencionado por muitos dos entrevistados como a grande possibilidade de geração de renda. Como já mencionado, há uma forte tendência de abandono da região por parte dos pequenos agricultores, que vão buscar nas zonas urbanas os benefícios das indústrias e empresas. Porém, há um movimento contrário de moradores da zona urbana que procuram regiões mais afastadas e mais em contato com a natureza para realizar turismo, tanto visitando pousadas ou comprando chácaras para lazer.

Apesar das oportunidades de mercado e o surgimento de alternativas de atividades de produção na região, é importante considerar que o desenvolvimento destas é também dependente da vontade e aptidão do produtor rural em modificar suas práticas, assim como das políticas públicas que serão desenvolvidas na região.

3 Gargalos

Quando questionados sobre os pontos críticos para o desenvolvimento de suas atividades, os entrevistados identificaram determinados fatores críticos, entre os que mais foram evidenciados: a deficiência de mão de obra, baixa qualificação da mão de obra, deficiência de acesso ao crédito e a baixa qualidade das vias de acesso às propriedades. Dentre as ações apresentadas para otimizar os aspectos críticos mencionados, estão o incentivo e processos voltados à qualificação, apoio e recursos destinados à mecanização, melhoria da infraestrutura, incentivo ao produtor, como a disponibilidade de acompanhamento veterinário a ser oferecido pelo poder público municipal.

Complementarmente, as principais dificuldades para a implantação de boas práticas na fazenda citadas foram: falta de mão de obra, altos custos de produção, burocracia e falta de assistência técnica. Tais pontos foram corroborados pelas entrevistas com *stakeholders*, que ressaltaram a falta de mão de obra e deficiência de infraestrutura. Como já mencionado, Cunha foi o único município onde os entrevistados afirmaram não ter problema de acesso a mão de obra, enquanto este foi um problema evidente em outros municípios da bacia. As soluções citadas pelos entrevistados para o problema da mão de obra são, em sua maioria, voltadas à sua qualificação e ao aumento dos incentivos para manter o trabalhador no campo, o que pode também indicar a necessidade de se focar e destinar certas ações, voltadas à melhoria da qualidade de vida, remuneração mais atrativa, além do próprio reconhecimento e valorização da atuação desse profissional junto ao meio rural.

As linhas de Crédito PRONAF, PRONAMP e Nota do Produtor Rural (NPR) foram as mais acessadas pelos entrevistados, mas apenas 53% destes afirmou ter facilidade de acesso a crédito. As principais dificuldades citadas foram: não conhecer as condições do crédito (22%), não saber quais atividades podem ser financiadas (13%) e a burocracia e demora no processo de acesso ao crédito (12%).

Do ponto de vista dos *stakeholders*, há ainda um outro gargalo para a melhoria das atividades agropecuárias da região, que é o padrão cultural muito forte entre os produtores rurais, que não gostam de se arriscar em novas atividades e tem bastante dificuldade para aceitar novos programas desenvolvidos. Entre estes, poucos possuem o hábito de se organizar ou formar parcerias, enfraquecendo o poder desta classe. Para reforçar tal cultura, a maior parte das pesquisas desenvolvidas na área rural visam o desenvolvimento de novas tecnologias, e poucas são focadas em melhoras na agricultura familiar. Finalmente, há ainda falta de conhecimento para o desenvolvimento de determinadas atividades rurais, inclusive nas escolas que ensinam apenas temas urbanos, deixando de lado práticas cotidianas.

4 Intervenções

Entre os produtores entrevistados, apenas 4% afirmaram participar de alguma intervenção desenvolvida na região, sendo o PDRT (Programa de Desenvolvimento Rural Territorial) o único citado. Dezoito por cento dos entrevistados são associados de cooperativas, associações e sindicatos rurais. Com relação ao acesso às políticas públicas de cunho social, 34% dos entrevistados e 71% dos cônjuges recebem aposentadoria e apenas 43% das famílias são beneficiadas pelo Programa Bolsa Família.

A pequena porcentagem de participantes associados ou beneficiados por programas é o reflexo do baixo número de intervenções efetivas desenvolvidas no local (privadas, não governamentais, públicas, multi-*stakeholders*). De maneira geral, as intervenções atuantes no momento na região são principalmente relacionadas à capacitação do produtor rural em alguns segmentos produtivos, fortalecimento das cadeias produtivas e mercados e, mais inicialmente, desenvolvimento de alternativas para produção sustentável. A seguir descrevemos brevemente as intervenções mais significativas que estão sendo desenvolvidas na bacia.

4.1 Intervenções Privadas

O Projeto Colmeia da Sustentabilidade está sendo desenvolvido com parceria entre a Fibria e a Universidade de Taubaté, e promove assistência técnica para desenvolvimento de apicultura na região. É fornecido parte do material necessário para desenvolvimento da atividade, assim como apoio para desenvolvimento de cursos.

4.2 Intervenções Não-Governamentais

As principais organizações não-governamentais atuantes na Bacia do Paraitinga são a Akarui, Serracima, Instituto Oikos e Corredores Ecológicos. Tanto a Akarui e Serracima desenvolvem projetos com o objetivo de agregar valor à cadeia de custódia dos produtos locais, focando em aumento da sustentabilidade e diversificação. Produtos orgânicos, integração lavoura-pecuária, entre outros temas são foco das ONGs.

4.3 Intervenções Públicas

Iniciativas como o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) e a constituição da lei que regulariza os Serviços de Inspeção Municipal podem atuar como forte ação de incentivo para o desenvolvimento de certas atividades na região. Diversos entrevistados afirmaram que a possibilidade de inclusão de produtos na merenda escolar contribui com o acesso ao mercado, garantindo vendas e preço, assim como qualidade dos produtos.

Os cursos promovidos pelo SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) também foram bastante mencionados pelos entrevistados, principalmente aqueles relacionados à apicultura. As aulas trazem informação aos produtores de técnicas de manejo e desenvolvimento da atividade, aperfeiçoando suas práticas.

Alguns programas municipais foram especificamente citados, como o Programa Município Verde Azul (Areias). Este programa estabelece critérios e metas ambientais a serem seguidas pelo Município, o qual recebe uma nota de acordo com a porcentagem das metas atingidas.

As linhas de crédito, como o PRONAF, também tiveram bastante acesso, principalmente no município de Cunha: dos 12 milhões de reais disponibilizados no ano de 2013, entre 80% e 90% do dinheiro foi destinado para a compra de animais e apenas 5% para a infraestrutura da fazenda.

Outras intervenções citadas foram o projeto com plantação de citros, o projeto CATI Leite e o Plano Nacional de Habitação Rural (empréstimo a fundo perdido para construção de moradias no campo).

4.4 Intervenções Multi-*Stakeholder*

O Programa de Desenvolvimento Rural Territorial (PDRT), lançado pela Secretaria de Desenvolvimento Territorial do Ministério do Desenvolvimento Agrário envolve diversas instituições e parcerias. O projeto desenvolvido na região da Bacia do Paraitinga, mais especificamente no município de São Luiz do Paraitinga, é feito em parceria entre a ONG Akarui, a Associação Corredores Ecológicos do Vale do Paraíba, Fibria, SEBRAE e Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, entre outros. O projeto envolve a melhoria e diversificação das cadeias rurais produtivas de forma sustentável. Os participantes ajudam

com insumos e infraestrutura para produção de orgânicos e há 100% de ajuda de custo para produtores com renda de até três salários mínimos.

Aumentando ainda mais a sinergia entre poder público e sociedade civil, a ONG Akarui teve recentemente seu Projeto para o Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável - Sistemas Agroflorestais (PDRS) aprovado, que visa a implantação e enriquecimento de Sistemas Agroflorestais nos imóveis rurais dos municípios de São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra. O projeto incluirá capacitação de atores, implantação das unidades de estudo, elaboração de diretrizes para desenvolvimento de políticas públicas entre outros.

5 Pagamentos Por Serviços Ambientais

Durante as entrevistas, diversos stakeholders mencionaram interesse em desenvolvimento ou participação em projetos que poderiam trazer benefícios para a região. Programas de pagamentos por serviços ambientais, como o desenvolvido no município de Extrema, em Minas Gerais foram citados diversas vezes por stakeholders, que acreditam que o potencial da Bacia poderia facilitar um projeto como este e que os produtores estariam interessados em participar.

Existem alguns programas de pagamentos por serviços ambientais em fase de planejamento ou já em fase de implementação em alguns municípios da bacia do rio Paraitinga, descritos a seguir (Guedes e Seehusen 2012, Agueda et al. 2013):

- Carbono: 'Manejo Sustentável da Juçara no Litoral Norte e Serra do Mar', que abrange os municípios de Ubatuba, Natividade da Serra, Caraguatatuba, Paraibuna, São Luiz do Paraitinga e Cunha. O projeto está sendo executado pelo Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica (IPEMA) em parceria com a Petrobras. A fixação de carbono deve ser obtida a partir do manejo sustentável e consolidação da cadeia produtiva da Palmeira Jussara. O projeto ainda está em desenvolvimento.

- Água: 'Produtores de Água – BHPS' atinge pequenos produtores rurais da bacia do rio Paraíba do Sul, no município de Guaratinguetá. O projeto inclui inúmeros potenciais parceiros como a CATI, a Prefeitura Municipal de Guaratinguetá, a Fíbria, a The Nature Conservancy (TNC), entre outros. Envolve principalmente a conservação de recursos hídricos através da redução de erosão do solo e restauração.

- Em fase de articulação, o projeto desenvolvido pelo Instituto Oikos em Parceria com a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 'PSA Vale do Paraíba', pretende beneficiar aproximadamente 3,3 milhões de habitantes.

Diagnóstico Ambiental e Serviços Ecossistêmicos

De acordo com as entrevistas com produtores e *stakeholders*, com os mapas e com a literatura, foram levantados os principais serviços ecossistêmicos da bacia do rio Paraitinga.

Água e Áreas de preservação Permanente (APP)

Como já mencionado, a água foi o principal deles: a bacia do Paraitinga possui posição estratégica e compõe uma rede hidrográfica que é a grande provedora de água para milhões de pessoas nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, devido ao seu grande número de nascentes e corpos d´água. Por isso, foi prioritária no plano de bacias para conservação de recursos hídricos. Além disso, são recentes os conflitos de demanda de água da bacia entre o Governo do Estado de São Paulo e do Rio de Janeiro. Fatores como pastagem degradada e plantação de eucalipto foram citados como principais fatores de degradação dos recursos hídricos pelos entrevistados. Porém, há também uma redução da preocupação por parte de alguns devido à sua grande oferta. Neste sentido, é importante estabelecer a relação entre tais serviços e o respeito às Áreas de Preservação Permanente.

O diagnóstico das Áreas de Preservação Permanentes (APP) na bacia, estimada com base na Lei 12.651/2012, conforme descrito nos Materiais e Métodos, demonstrou uma baixa cobertura florestal nestas áreas (Figura 17). Considerando as áreas de APP de nascentes, mata ciliar (rios e reservatórios artificiais) e topo de morro, foi verificado que as áreas de nascentes apresentaram maior cobertura florestal em estágio médio-avançado (Figura 17). Entretanto, é importante ressaltar que esse valor foi de apenas 34,53% e representa uma área de 92,1 hectares (Tabela 4). As áreas de topo de morro representam a maior parte das APPs na bacia (Tabela 4), sendo a maior parte delas ocupadas por pasto e pasto degradado (Figuras 17 e 18), totalizando 21.185,91 hectares. Os municípios com maior cobertura florestal (floresta médio-avançada) em áreas de APP foram: Natividade da Serra (45%), São José do Barreiro (37%), Paraibuna (36%) e Areias (34%) (Figura 19). Já os municípios com menor cobertura florestal nas APPs foram Lorena (20%), Cunha (20%) e Redenção da Serra (24%). Os usos da terra mais frequentes nas APPs foram as categorias de pasto (pasto degradado, pasto e pasto sujo) (Figura 19). No município de Cachoeira Paulista as classes

de pastos representam 62% da área das APPs (Figura 19).

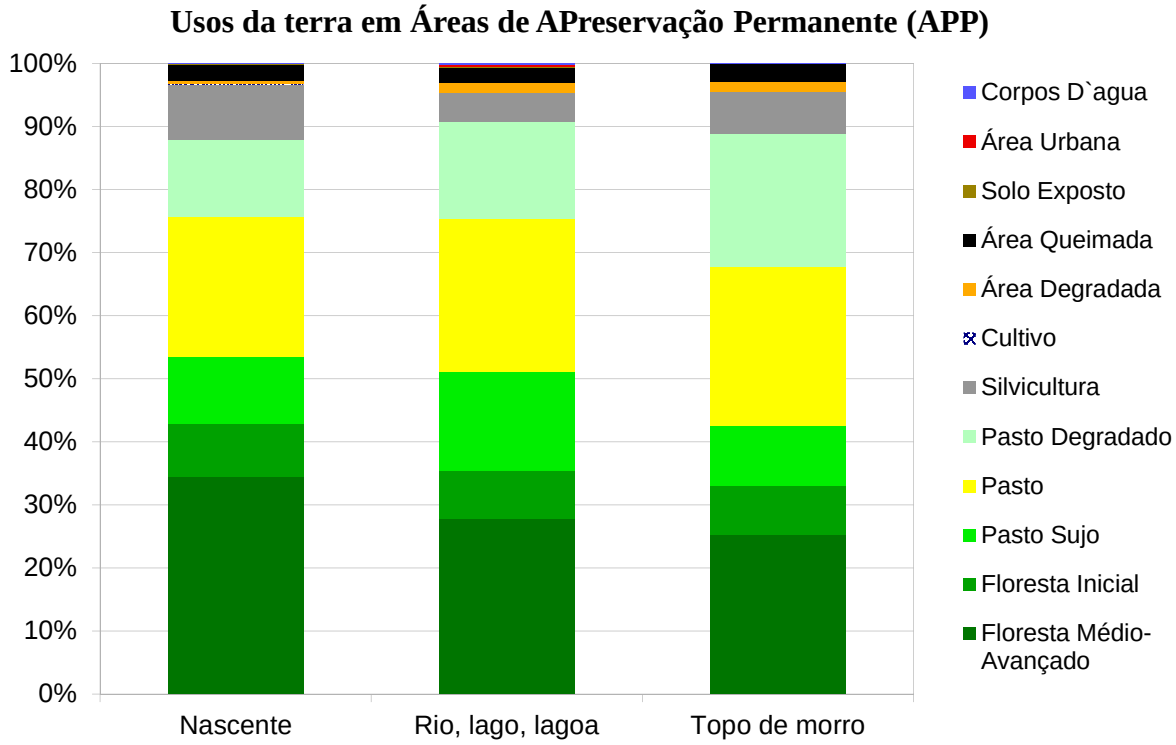


Figura 17 – Porcentagem da área ocupada pelos diferentes usos da terra nas Áreas de Preservação Permanentes (nascentes, mata ciliar e topo de morro) na Bacia do Rio Paraitinga, São Paulo.

Tabela 4: Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanentes (APP) na Bacia do Rio Paraitinga, São Paulo.

Área de Preservação Permanente (APP) - hectares			
	Nascentes	Mata ciliar *	Topo de morro
Floresta médio-avançada	92,1	3.458,2	11.569,08
Floresta inicial	22,1	960,3	3.567,58
Pasto sujo	28,6	1.943,2	4.290,88
Pasto	59,0	3.039,2	11.563,8
Pasto degradado	32,8	1.910,4	9.622,11
Silvicultura	23,1	563,5	3.061,65
Cultivo	0,5	0,3	4,37
Área degradada	1,3	1.91,2	720,77
Área queimada	6,6	3.10,7	1.275,36
Solo exposto	0,6	19,2	36,44
Área urbana	0,1	33,3	9,48
* Estimativa da área de APP de mata ciliar foi realizado considerando apenas as faixas de 30 e 50 metros.			

Figura 18: Áreas de preservação permanente ocupadas por pastagens degradadas na Bacia do Rio Paraitinga, São Paulo.

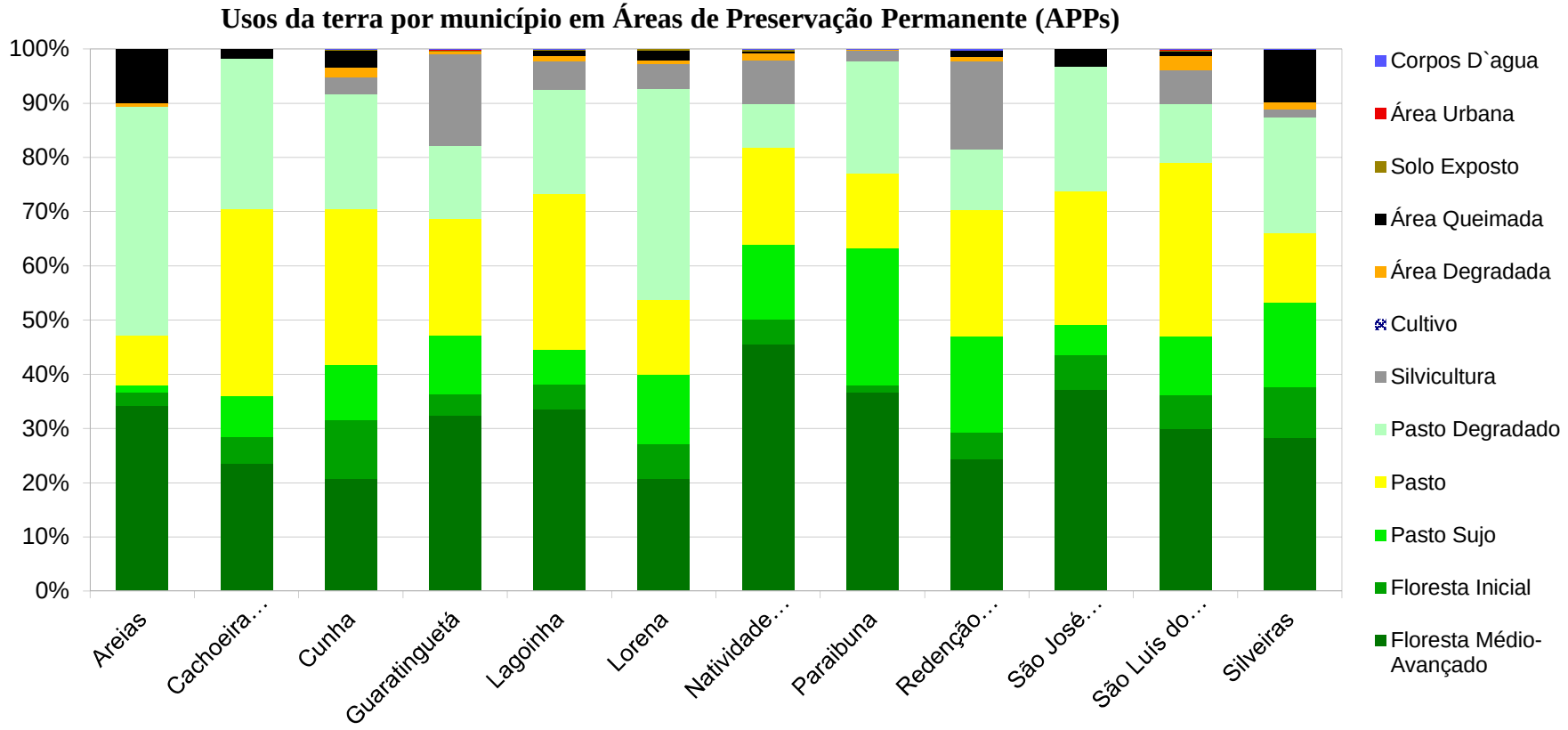


Figura 19: Porcentagem da área ocupada por diferentes usos da terra nas Áreas de Preservação Permanentes na área dos municípios no interior da Bacia do Rio Paraitinga, São Paulo.

Considerando a importância da cobertura florestal para o processo de infiltração de água no solo e redução dos processos erosivos nessas áreas, o cenário de uso da terra na bacia é preocupante. O mesmo padrão foi observado para as áreas de mata ciliar, onde menos que 30% das APPs possuem cobertura florestal. A ausência de cobertura florestal nas APPs de margem de corpos d'água está diretamente associada ao maior carreamento de sedimentos, aumento do escoamento superficial e consequentemente elevação da vazão dos rios (Ditt et al. 2010). Esses resultados possuem grandes implicações práticas para a região, uma vez que o uso inadequado da terra nas APPs está diretamente associado ao aumento da ocorrência de desastres naturais, tais como deslizamentos e enchentes. Dessa forma, a conservação do solo estabelecido pelo manejo adequado do solo é um elemento fundamental na provisão de diversos serviços ecossistêmicos.

Manejo do solo

O manejo do solo influencia todas as formas de serviços ecossistêmicos: Suporte (ciclagem de nutrientes), provisão (cultivos e pastagens), regulação (carbono) e cultural (espaço físico). Há evidências amplamente discutidas sobre os efeitos do uso da terra e seus impactos nos serviços ecossistêmicos (e.g. Lambin and Geist, 2006; Foley et al., 2005) e como eles influenciam o bem estar humano. O desmatamento, mau manejo do solo e o sobrepastoreio podem causar degradação dos solos por meio da perda de fertilidade e erosão do solo. Com relação à perda de fertilidade do solo, tal fato pode causar alterações na ciclagem de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e perda de potássio pelo escoamento ou lixiviação em ecossistemas terrestres.

A má gestão do solo, portanto, pode afetar a produção de alimentos através da redução da fertilidade e declínio da produtividade agrícolas (tanto em termos de colheitas e produtividade das pastagens), que na região, com relativamente baixos índices socioeconômicos têm repercussões significativas. O manejo inadequado da pastagem também pode levar à erosão física através de compactação do solo (e posterior consolidação). O processo de compactação do solo não só influencia a acessibilidade de nutrientes, mas também altera a estrutura do solo e diminui a biodiversidade do solo. Tanto o uso excessivo de fertilizantes (adubo e má gestão) e aumento da compactação do solo pode levar a efeitos adversos da sedimentação. Portanto, a perda, muitas vezes associada dos serviços dos ecossistemas do solo, não é apenas relacionada com a degradação do solo em si, mas também relacionada à poluição da água. A degradação dos solos, de fato, muitas vezes provoca aumento no

carreamento de sedimentos pela água escoada (transporte de sedimentos em suspensão), principalmente quando seguido de excesso de chuvas. Os sedimentos carreados não apenas causam inundações, como amplamente discutido acima, mas também sobrecarregam os rios com sedimentos em suspensão, afetando adversamente peixes e outros organismos aquáticos.

Assim, os efeitos da perda dos serviços dos ecossistemas causados pela má gestão do solo vão além dos efeitos diretos sobre a população local (perda de bens e meios de subsistência), mas também incluem a perda indireta de outros serviços do ecossistema. A sedimentação excessiva dos cursos hídricos, além de causar barreiras físicas nos rios também podem levar à poluição das águas com produtos químicos e, portanto, afetar a qualidade da água. Em regiões agrícolas, a poluição por nitrogênio e fósforo são de grande preocupação pela diminuição da qualidade da água (e no caso de fósforo pode causar a eutrofização). A degradação do solo pode também aumentar a decomposição da matéria orgânica (matéria orgânica sendo crucial para solos férteis) e a liberação de carbono orgânico.

O manejo do solo também desempenha um papel na mudança do ciclo de carbono e afeta tanto os ciclos regional e globais de carbono. Devido ao fato de a degradação do solo levar a uma variedade de resultados ambientais perversos, incluindo a perda de nutrientes do solo, redução da produtividade agrícola, a desertificação, a sedimentação e a perda de biodiversidade, uma melhor compreensão das mudanças de cobertura da terra e seus impactos é considerada fundamental para a gestão sustentável da terra por pesquisadores e tomadores de decisão (Verburg *et al*. , 2002), especialmente nas regiões onde as populações são diretamente afetadas pela perda dos serviços dos ecossistemas do solo (através, por exemplo, enchentes).

Biodiversidade

Finalmente, a biodiversidade foi também selecionada como importante serviço ambiental na região. O Bioma Mata Atlântica é um *hotspot* de biodiversidade, e os Parques Estadual da Serra do Mar e Nacional de Itatiaia foram considerados áreas de proteção insubstituíveis para alguns grupos de vertebrados tetrápodes (anfíbios, aves e mamíferos) (Saout et al. 2013). A biodiversidade no local pode ser também indicada pelos produtores rurais, que afirmam ver e/ou escutar diversos animais nos fragmentos de florestas ou próximos a elas, principalmente pássaros, tatus, macacos, entre outros. A polinização é um serviço também relacionado à biodiversidade, e está sendo beneficiada pelo aumento de apicultura na região. Muitos produtores, principalmente

apicultores, afirmam que esta atividade demanda uma quantidade muito menor de recursos naturais, e tem conhecimento de que ajuda na polinização e preservação de florestas.

No entanto, perda e fragmentação de habitat é considerado o maior responsávelpela perda de biodiversidade (Foley et al. 2005), e apesar de existir uma grande quantidade de florestas na região da bacia (figura 20; Anexo III), a quantidade e qualidade da biodiversidade local está relacionada à quantidade e qualidade de seu hábitat. Tais características dependem não só da quantidade de florestas, mas de seu formato, distribuição, isolamento e conectividade (Pires et al. 2006).

A partir do mapa de cobertura de florestas fica claro que estas estão bastante fragmentadas cercadas principalmente por pastagens, e poucos são os fragmentos maiores encontrados principalmente nas cadeias de montanha, e nas porções norte de Lagoinha, Nordeste e Sudeste da bacia.

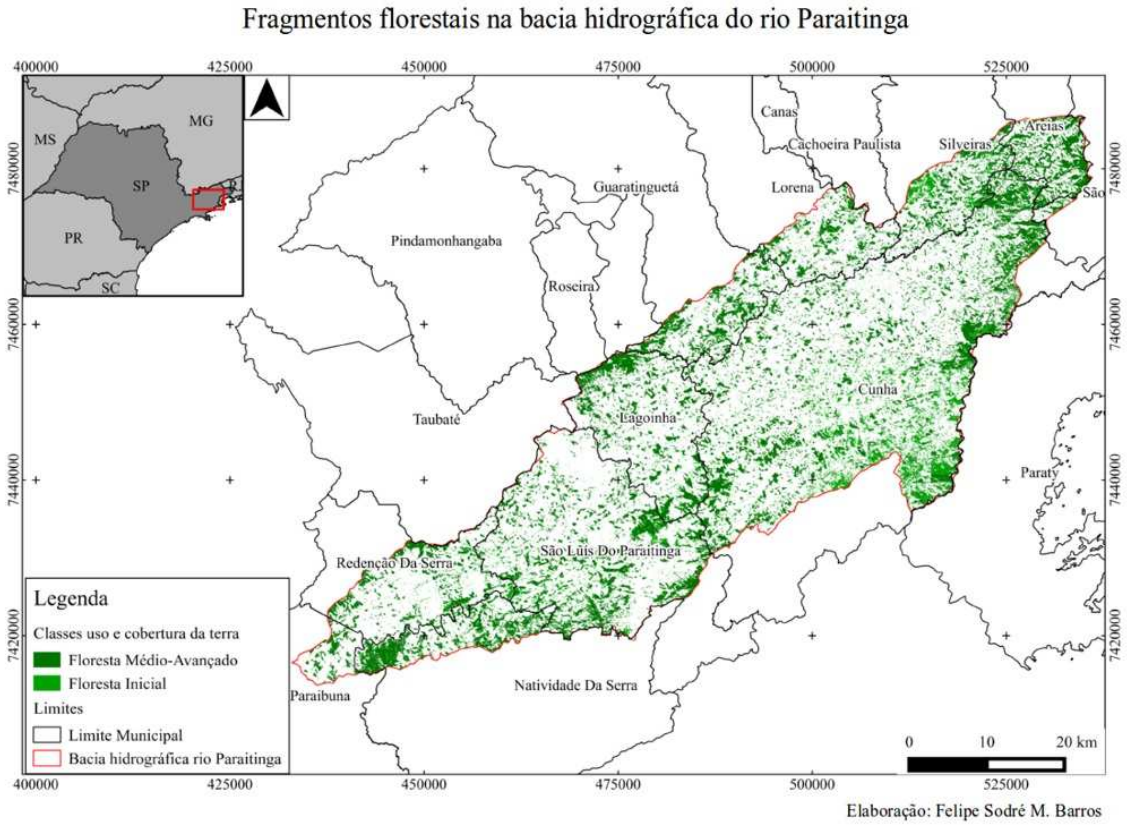


Figura 20: Mapa dos fragmentos florestais em estágios sucessionais inicial e médio-avançado na bacia hidrográfica do rio Paraitinga.

A vulnerabilidade de tais fragmentos foi analisada a partir de seu índice de circularidade (IC) e de seu tamanho (Viana e Pinheiro, 1998). Fragmentos com índices superiores a 0,8 são considerados arredondados; entre 0,6 e 0,8 são considerados

alongados; menores que 0,6 são considerados muito alongados. Os fragmentos que possuem maior valor de IC (considerados alongados), são aqueles que possuem sua área interior mais protegida e com menor efeito de borda incidente. Consequentemente, quanto menor for o valor de IC, menor a proteção interior e maior o efeito de borda sobre a vegetação. De acordo com os resultados, 98,5% dos fragmentos tem índice de circularidade menor do que 0,6, sendo a média de 0,25, indicando predominância de fragmentos muito alongados (figura 21). Tal padrão é parecido em todos os municípios, dos quais apenas Cachoeira Paulista apresenta fragmentos com índice de circularidade maior, porém ainda com a mediana abaixo de 0,4 (Figura 22).

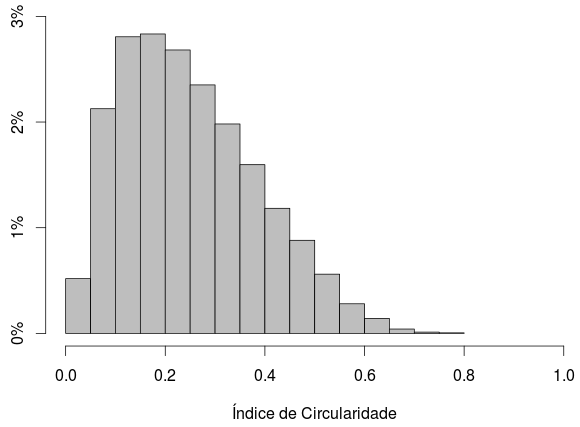


Figura 21: Gráfico histograma com a frequência de valores de índice de circularidade dos fragmentos florestais.

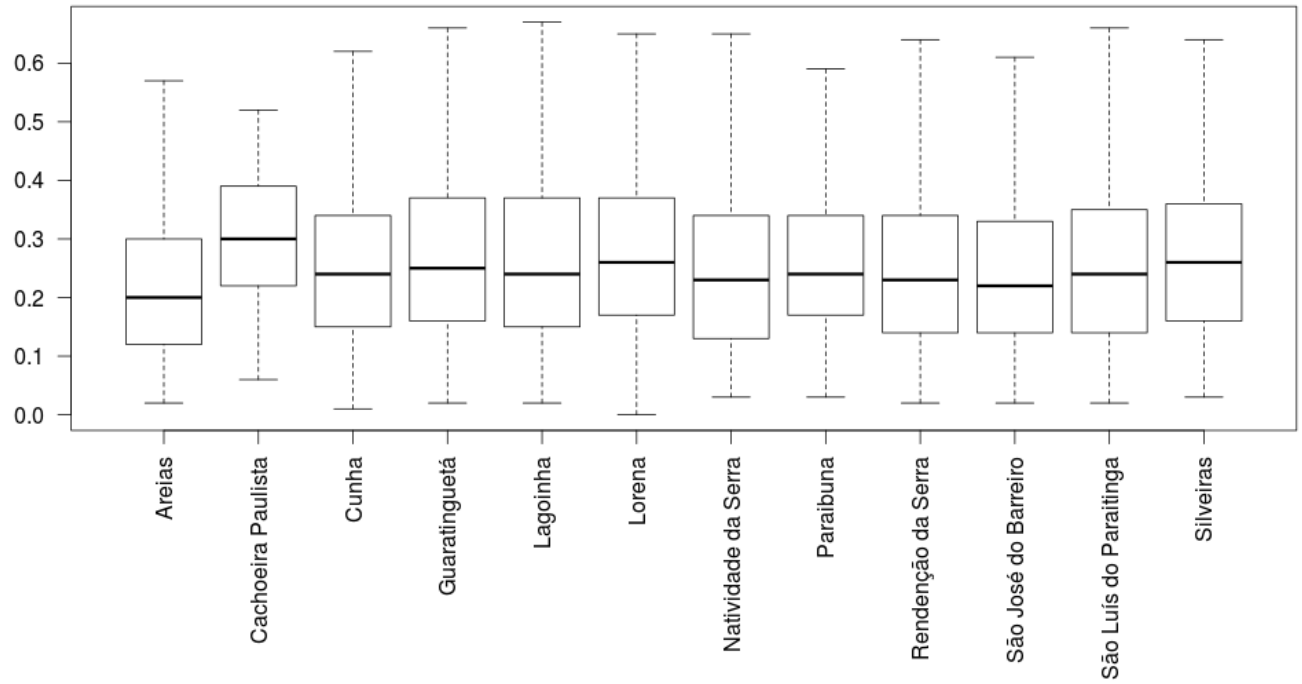


Figura 22. Boxplot mostrando a variação do Índice de Circularidade por Município.

Com relação ao tamanho, 93,14% dos fragmentos florestais tem uma área de menos de 50 hectares, ou seja, uma grande quantidade de fragmentos muito pequenos (Figura 23). A média do tamanho dos fragmentos é de 2,78 ha. As medianas do tamanho dos fragmentos florestais não variam muito de acordo com o município, e Lagoinha é o município com fragmentos um pouco maiores (Figura 24). Quando comparados os índices de circularidade com as classes de tamanho dos fragmentos, é possível observar que quanto maior o fragmento, menor a média do índice de circularidade. Ou seja, fragmentos maiores tendem a ser mais alongados do que fragmentos pequenos.

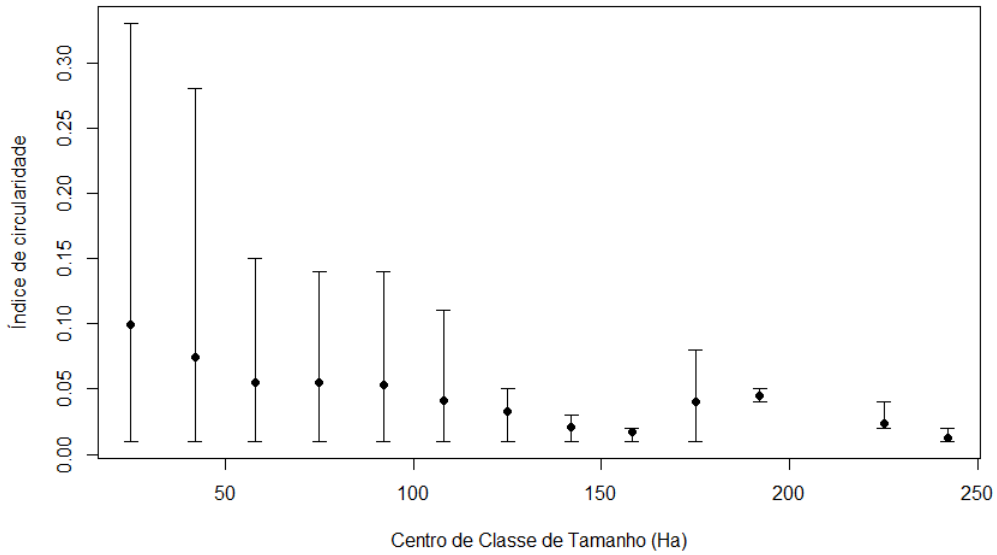


Figura 23: Gráfico de Centro de Classe de Tamanho dos fragmentos florestais, indicando o Índice de circularidade médios e os valores máximos e mínimos para fragmentos de diferentes tamanhos.

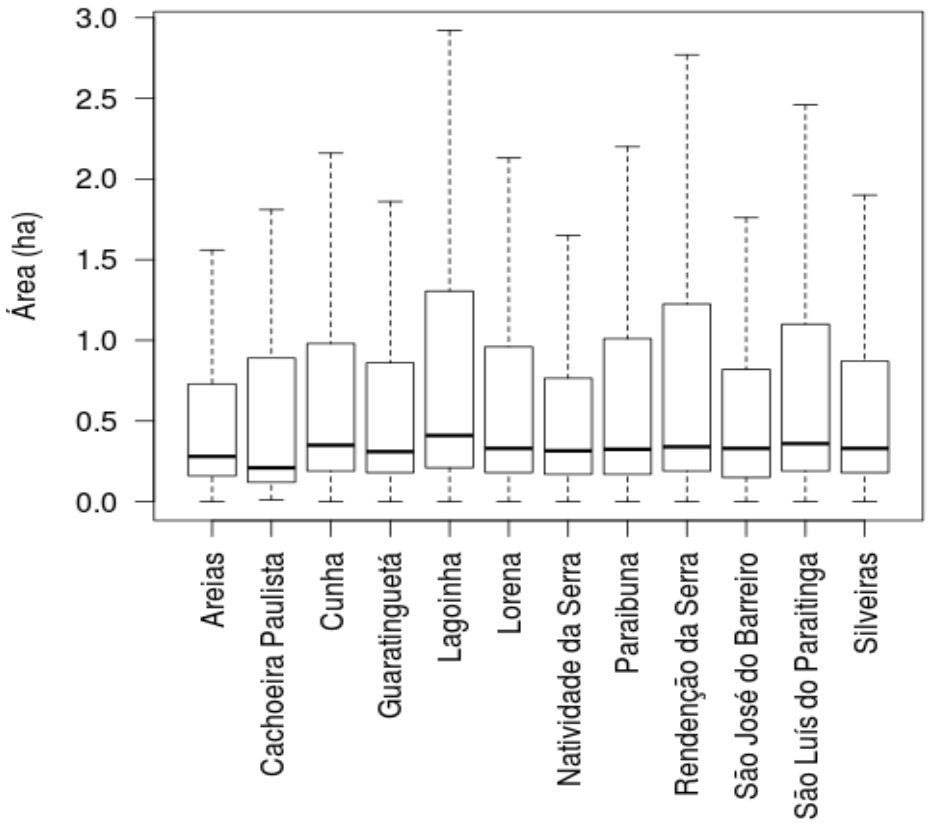


Figura 24: Gráfico *boxplot* com a variação da área dos fragmentos florestais por município.

Apesar de ainda haver discussão a respeito de qual estrutura de paisagem é menos prejudicial à biodiversidade (poucos grandes fragmentos versus muitos pequenos fragmentos), e de diferentes espécies reagirem diferentemente a cada uma dessas características, sabe-se que uma consequência inevitável da fragmentação é o aumento de bordas de habitat (Pires *et al*. 2006). Quanto maior a relação entre o perímetro e a área do fragmento, mais será alterado o ambiente nestas áreas, gerando o conhecido efeito de borda. Algumas características do efeito de borda são maior entrada de luz, exposição ao vento, aumento de temperatura, entre outros. Tais alterações afetam drasticamente as espécies ali encontradas anteriormente, características de interior de mata onde as temperaturas e luz são mais baixas, e umidade mais elevada.

O efeito de borda tende a ser mais intenso em fragmentos pequenos e isolados. Além disso, quanto mais alongados os fragmentos, maior a tendência das faixas que sofrem efeito de borda se aproximarem, enquanto em fragmentos circulares as bordas se mantêm distante garantindo as características de interior de mata em seu centro (Pires *et al.* 2006). Assim, mesmo que bem preservados, a substituição de grandes áreas de vegetação por várias pequenas não é uma boa alternativa à biodiversidade.

Considerando que a maior parte dos fragmentos na bacia do rio Paraitinga são pequenos e muito alongados, e que os maiores fragmentos tendem a ser ainda mais alongados, pode-se considerar que há uma urgência para a conservação de biodiversidade, que deve estar sendo negativamente afetada pela paisagem do local. Além disso, deve-se considerar que a matriz principal onde tais fragmentos estão inseridos é principalmente de pastagens, um tipo de habitat com características bastante diferentes do de florestas, o que pode vir a aumentar o isolamento das espécies florestais e limitar sua conectividade (Pires *et al.* 2006). Por outro lado, a urgência de um melhor manejo de fragmentos na região pode ser facilitada devido à proximidade dos mesmos de grandes remanescentes de Mata Atlântica como o Parque Estadual da Serra do Mar e o Parque Nacional da Serra da Bocaina, entre outros, o que facilitaria a colonização de espécies.

Em conclusão, apesar de se observar uma elevada cobertura de florestas na bacia do rio Paraitinga, estas são dispersas em pequenos fragmentos muito alongados imersos em uma matriz de pastagens, bastante homogênea. Tais fatores são uma grande ameaça à biodiversidade local, podendo afetar de forma significativa tal serviço ecossistêmico se um melhor manejo da paisagem não for desenvolvido, como a implantação de corredores ecológicos, como já vem sendo desenvolvido pela Associação de Corredores Ecológicos do Vale do Paraíba (ver seção: 4 Intervenções).

Percepção ambiental dos produtores

Apesar dos baixos valores de cobertura florestal nas Áreas de Preservação Permanente (APP), os resultados do questionário aplicado em campo demonstraram que os produtores rurais reconhecem a associação entre a presença de floresta e a qualidade dos recursos hídricos. Noventa e dois por cento deles acredita que a presença de APPs ajuda a preservar a condição dos corpos d'água na propriedade. Todos os entrevistados utilizam água fluvial (poço artesiano, superficial, nascente e rio), gerando uma dependência de tal recurso que varia diretamente com sua provisão. Além disso, 93% dos produtores possui cursos de água dentro da propriedade; dos 9 entrevistados que afirmaram não ter corpos d'água dentro da propriedade, 7 são do município de Cunha. A demanda de tal recurso, para 75% dos entrevistados, é para bebedouro de animais, enquanto apenas 16% falaram que o principal uso é doméstico. Isso ressalta a importância da água para a pecuária, que foi mencionada como o principal recurso do meio ambiente utilizado nas práticas produtivas. Além disso, 87% percebem que a presença de florestas não é um limitante de produção, e 90% acredita que ela traz benefícios para a propriedade, principalmente relacionados à água. Desta maneira, a percepção dos produtores sobre a importância das florestas para a manutenção dos recursos hídricos indica um cenário favorável à implantação de projetos de restauração para o aumento da cobertura florestal.

Em relação à potencialidade do aumento da cobertura florestal na bacia, 50% dos produtores entrevistados disseram ter interesse em aumentar a área de floresta nas propriedades através de projetos de restauração. Destes, 42% afirmam que a motivação para tal é por não desvalorizar a propriedade, enquanto 25% diz que reflorestaria para cumprir a lei. Portanto, esses resultados indicam que os produtores não consideram as áreas de florestas com potencial produtivo (apenas 1 entrevistado declarou fazer uso econômico da floresta – apicultura). Desta maneira, com a possibilidade da utilização de modelos de plantios com fins econômicos para recompor a Reserva Legal (ver Brancalion et al. 2012), o número de interessados em aumentar a cobertura florestal pode aumentar significativamente.

Por outro lado, é importante ressaltar que parece haver certo desconhecimento em relação às áreas de florestas nas propriedades: a maioria dos entrevistados não sabe dizer se a quantidade de matas aumentou ou diminuiu, e 96% não usa a área de floresta para nenhuma atividade. Outro aspecto a ser destacado é a adequação legal da propriedade rural: apesar de 56% achar a Reserva Legal boa e ninguém achar ruim, e 61% dos entrevistados acharem as APPs boas (apenas 1 achou ruim), as entrevistas

com os *stakeholders* revelaram que tais exigências legais, sobretudo as APPs, geram questionamentos e reclamações constantes, principalmente entre os produtores, já que há muitas nascentes e corpos d'água na região. Defendem o uso e evocam com frequência frases do tipo: "Se colocarmos mata em volta de todas as nascentes e corpos d´água, não vai sobrar espaço para produzirmos". Mesmo assim, os produtores são os que mais procuram auxílio das secretarias e associações para restaurar áreas em suas propriedades.

Com o objetivo de testar a associação entre a produtividade da propriedade e cobertura florestal, foi realizada uma análise de regressão, considerando a autocorrelação espacial, a partir dos dados de atributos ambientais (e.g. presença de corpos d´água e área de florestas) e renda do produtor. O resultado demonstrou que não houve correlação significativa entre os atributos ambientais e a renda, seja como incremento por algum serviço ambiental, seja como decremento por restringir a área produtiva. A ausência de correlação pode ser interpretada positivamente, uma vez que, recentemente, a discussão em torno do relaxamento do Código Florestal alegava justamente a prostração de renda de pequenos produtores, o que, no nosso caso, não se verifica. Além disso, tal resultado corrobora com as respostas dos produtores, que compreendem que as florestas não atrapalham sua produtividade, mas que também não contribuem diretamente com os lucros.

De qualquer forma, a regularização das florestas depende da implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que ainda é bastante desconhecido na região: apenas 1 estabelecimento afirmou possuir o registro, o que pode ser também indício de desconhecimento do cadastro. Tal questão não foi levantada no questionário com os produtores. Segundo o Instituto Florestal de São Paulo, a implantação do CAR é prioridade na região. Algumas Secretarias de Agricultura e Meio Ambiente (e.g. Cunha, Silveiras e Areias) estão recebendo materiais como computadores e impressoras para iniciar o cadastro nos municípios. No entanto, existe uma preocupação com a sobrecarga de trabalho das secretarias municipais, devido à falta de pessoal e infraestrutura. Mesmo sem a implantação do CAR, foi constatado que 23% dos estabelecimentos declaram possuir vegetação nativa acima das exigidas pelo Código Florestal, ou seja, adicionais às áreas de APP e RL. No entanto, quando analisadas as áreas de floresta dentro das propriedades, pode ser observado que há maior número de propriedades possuem fragmentos florestais de tamanho reduzido (área de floresta dividida pela área total de propriedade) (Figura 25.A). Por outro lado, quando foram consideradas as pastagens o padrão foi inverso (Figura 25.B).

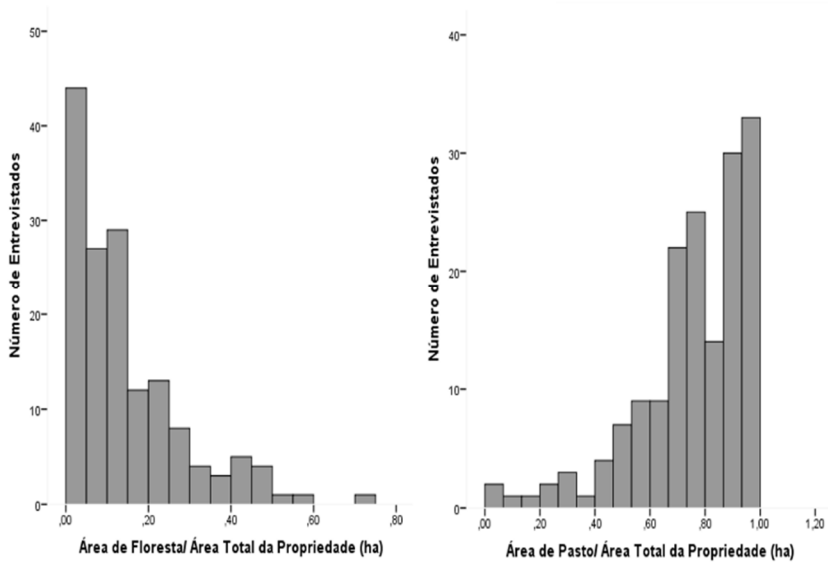


Figura 25: Histograma de distribuição do tamanho dos remanescentes florestais (A) e área de pastagem (B) nas propriedades rurais onde foram aplicados os questionários na Bacia do Rio Paraitinga, São Paulo.

CONCLUSÕES

A bacia do Rio Paraitinga é caracterizada pela predominância de pastagens (60,4%) devido ao desenvolvimento da pecuária leiteira. De maneira geral as propriedades rurais possuem área inferior a 50 hectares e apresentam baixa diversificação de produção. Atividades produtivas como culturas agrícolas (anuais e perenes) e silvicultura apresentam uma baixa representatividade na bacia. Além da dominância do uso do solo de pastagens na bacia, é importante ressaltar que 34% das mesmas foram classificadas como pastagens degradadas. Esses resultados podem resultar em sérias consequências como redução da produtividade agropecuária e aumento da degradação ambiental (e.g. erosão dos solos).

A cobertura florestal (estágio médio - avançado e inicial) representou 26,6% da área total da bacia. No entanto, em função do processo de fragmentação florestal, os resultados demonstraram que 93,14% dos fragmentos são menores do que 5 hectares. Além disso, os fragmentos apresentam um baixo índice de circularidade (formato bastante alongado). Desta maneira, considerando o elevado nível de fragmentação e o baixo índice de circularidade, os resultados indicam que os fragmentos florestais da bacia estão expostos ao efeito de borda e, consequentemente, sujeitos a maior perda de biodiversidade.

A avaliação do uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APP) (nascentes, mata ciliar e topo de morro) demonstrou que apenas 33% das APPs apresentam cobertura florestal. O uso da terra mais frequente nas APPs foi pasto e pasto degradado, totalizando 21.185,91 hectares em toda a bacia. A região apresenta uma grande quantidade de nascentes e é provedora de água para diversas regiões dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Desta forma, considerando os danos ambientais causados pelo uso da terra inadequada nas APPs, assim como o processo fragmentação na região, indicam que o estabelecimento de programas de restauração pode desempenhar um papel fundamental para alterar esse cenário de degradação.

Tais características físicas são em parte resultado do histórico de atividades produtivas do local, fortalecido pela grande demanda do mercado: a pecuária leiteira é bem estabelecida na região, sendo sua oferta total atendida. Apesar das oscilações de preço, o mercado é estável e apresenta baixos riscos ao produtor. Além disso, os produtores não parecem ter intenção de mudar suas atividades produtivas, o que pode estar refletindo a cultura bastante estabelecida de pecuaristas leiteiros e até mesmo a resistência para desenvolvimento de atividades de maior risco comparadas a pecuária.

No entanto, percebe-se uma grande potencialidade de desenvolvimento de atividades sustentáveis de uso da terra na bacia (e.g. apicultura, turismo ecológico e rural). A partir da aplicação do questionário foi verificado que, de maneira geral, o produtor rural compreende a importância da cobertura florestal na provisão de serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hidrológico e manutenção da fertilidade do solo na propriedade. Outro fator positivo foi que os produtores não associam negativamente as florestas com uma menor lucratividade de suas propriedades, fato que foi corroborado por análises de regressão. Assim, fica evidente que há uma abertura do produtor para participar de intervenções com cunho mais ambiental.

Tal percepção dos produtores, somada às características de uso do solo da região, e à potencialidade de desenvolvimento de atividades como apicultura e turismo rural, revelam um elevado potencial para implantação de intervenções na região, dentre estas o manejo de fragmentos florestais, desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais e programas de pagamentos por serviços ambientais. Assim, considerando o diagnóstico ambiental, a aplicação do questionário com os produtores rurais e as entrevistas com os *stakeholders*, os resultados desse relatório indicam que atividades como o uso de boas práticas agropecuárias, restauração de áreas degradadas, intensificação da pecuária, liberando áreas para restauração de APPs e RLs, apicultura e turismo rural, devem ser consideradas nos cenários de desenvolvimento rural sustentável da bacia do Rio Paraitinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agueda, W.L., Martinelli, M., Soares, P.V., Cruz, L.A. 2013. Produtores de água de Guaratinguetá. In: Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. Stefano Pagiola, Helena Carrascosa von Glehn, Denise Taffarello. Secretaria do Meio Ambiente/ Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. São Paulo.

Aide, T. & Grau, H. Globalization, migration, and Latin American ecosystems. Science(Washington), 2004.

Ab'Sáber, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Atelie Editorial, 2003.

Aster, Aster GDEM. Disponível em: <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>. Acesso em:20.junho.2012

Brancalion, P., Viani, R., Strassburg, B., & Rodrigues, R. (2012). Finding the money for tropical forest restoration. Unasylva, 63, 25–34.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling"; Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

Campos, J. D. Cobrança pelo uso da água nas transposições da bacia do rio Paraíba do Sul envolvendo o setor elétrico. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação de Engenharia – Ciências em Engenharia Civil UFRJ. Rio de Janeiro, 2001.

Couto de Magalhães, S. F. Uso da terra na Área de Preservação Permanente do rio Paraíba do Sul no trecho entre Pinheiral e Barra do Piraí, RJ. Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009, IPABHi, p. 379-384.

DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Rio Paraitinga. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Saneamento e Energia. Janeiro de 2012.

CEDAGRO (Centro de Desenvolvimento do Agronegócio) (2011). Dimensionamento do mercado capixaba de produtos florestais madeiráveis. Relatório técnico. Execução: Carvalho Agroambiental. 106p.

Dias, N. W.; Batista, G. T.; Catelani, C. S. A enchente de São Luis do Paraitinga: evidências de sua dimensão obtidas a partir de dados orbitais. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. São José dos Campos: INPE, 2011.

Ditt, E., Mourato, S., Ghazoul, J. & Knigth, J. Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic forest. L. Degrad. Dev., 603, 591–603, 2010.

FAOstat. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014. Disponível em: http://faostat.fao.org/ ; Acesso em: 27/04/2014.

Fitz, P.R. Geoprocessamento sem Complicação. São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2008.

Foley J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C, Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, S.F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H., Helkowski,J.H., Holloway,T., Howard,E.A., Kucharik,C., Monfreda, C, Patz, J.A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. (2005) Global Consequences of Land Use. Science 309, 570

Forzza, R.C. et al. Síntese da diversidade brasileira. In: Flora do Brasil. 1° Edição. Rio de Janeiro, Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2013.

Gonzalez, R. C.; Wintz, P. Digital image processing. Boston: Prodding, Addison Wesley, 1987.

Guedes, F.B., e Seehusen, S.E. 2012. Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica. Lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. 2. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010, IBGE. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=1&vcodigo=POP122&t=taxa-urbanizacao>. Acesso em: 15/12/2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Censo demográfico e contagem da população. Banco de dados agregado. Disponível em http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=cd&o=27&i=P&c=200.

Jensen, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em Recursos Terrestres. Tradução de J. C. N. Epiphanio. São José dos Campos, SP: Parênteses, 2009. 598 p. (Prentice Hall Series in Geographic Information Sciennce). Tradução de: Remote Sensing of the environment: an earth resource perspective.

Lambin E.F., Geist, H. (2006) Land-use and land-cover change. Local Processes and Global Impacts. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

LUPA, Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo. Estatísticas Agrícola Municipais - 2007/2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/>. Acesso em: 15/12/2013.

Millenium Ecosystem Assessment Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. Washington D.C.: World Resources Institute, 2005.

Moreira, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 2. ed.Viçosa: UFV, 2005. 307 p.

Moura, A.C.M. Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano/Ana Clara Mourão Moura. 2.ed. Belo Horizonte, 2005. Ed. da autora, 294p.

Pires, A.S., Fernandez, F.A.S., e Barros, C.S. 2006. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação de habitats com redução da área e isolamento. In: Biologia da conservação: essências / Carlos Frederico Duarte Rocha, Helena Godoy Bergallo, Monique Van Sluys e Maria Alice dos Santos Alves – São Carlos – SP.

Ribeiro, M., Metzger, J., Camargo, A., Ponzoni, F., & Hirota, M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation, 142(6), 1141–1153.

Saout, S.L., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T.M., Bertzky, B., Butchart, S.H.M., Stuart, S.N.,Badman, T. and Rodrigues, A.S.L.Protected areas and effective biodiversity conservation. Science 342:803-805.

Soares, P. V. 2005. As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração naporção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul. Tese de Doutorado. Geociências. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. SP.

Strassburg, B.B; Latawiec, A.; Cronenberger, F. Análise integrada do uso da terra no estado do Espírito Santo. Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS);

Conservation International (CI). Relatório técnico, 2011. Disponível em: <www.iis-rio.org>.

Viana, V. M.; Pinheiro, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, v.12, n.32, p.25-42, 1998.

Verburg, P.H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., Mastura, S.S.A. (2002) Modeling the spatial dynamics of regional land-use: The CLUE-S model. Environmental Management 30, 391-405.