



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.20.11.42-TDI

MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA E TRANSIÇÃO FLORESTAL NO VALE DO PARAÍBA

Jessyca Fernanda dos Santos Duarte

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Sensoriamento Remoto, orientada
pelo Dr. Diógenes Salas Alves,
aprovada em 05 de abril de 2019.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SUDTK2>>

INPE
São José dos Campos
2019

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GBDIR)

Serviço de Informação e Documentação (SESID)

CEP 12.227-010

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/7348

E-mail: pubtc@inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE - CEPPII (PORTARIA Nº 176/2018/SEI-INPE):

Presidente:

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CGCPT)

Membros:

Dra. Carina Barros Mello - Coordenação de Laboratórios Associados (COCTE)

Dr. Alisson Dal Lago - Coordenação-Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CGCEA)

Dr. Evandro Albiach Branco - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (COCST)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial (CGETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação-Geral de Observação da Terra (CGOBT)

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação - (CPG)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

Cauê Silva Fróes - Serviço de Informação e Documentação (SESID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.20.11.42-TDI

MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA E TRANSIÇÃO FLORESTAL NO VALE DO PARAÍBA

Jessyca Fernanda dos Santos Duarte

Dissertação de Mestrado do
Curso de Pós-Graduação em
Sensoriamento Remoto, orientada
pelo Dr. Diógenes Salas Alves,
aprovada em 05 de abril de 2019.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SUDTK2>>

INPE
São José dos Campos
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Duarte, Jessyca Fernanda dos Santos.

Du85m Mudanças da cobertura da terra e transição florestal no Vale do Paraíba / Jessyca Fernanda dos Santos Duarte. – São José dos Campos : INPE, 2019.

xxii + 143 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.20.11.42-TDI)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2019.

Orientador : Dr. Diógenes Salas Alves.

1. Sensoriamento remoto. 2. Transição florestal. 3. Mudanças de Uso e Cobertura da Terra (MUCT). 4. Cobertura florestal. I.Título.

CDU 332.3(815.6)



Esta obra foi licenciada sob uma Licença [Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

Aluno (a): **Jessyca Fernanda dos Santos Duarte**

Título: "MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA E TRANSIÇÃO FLORESTAL NO VALE DO PARAÍBA"

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de **Mestre** em
Sensoriamento Remoto

Dra. Ieda Del' Arco Sanches



Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Dr. Diógenes Salas Alves

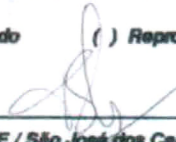


Orientador(a) / INPE / S.J.Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Dr. Thales Sehn Körting



Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Dra. Sandra Maria Fonseca da Costa



Convidado(a) / UNIVAP/IP&D / São José dos Campos - SP

Participação por Vídeo - Conferência

Aprovado Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

maioria simples

unanimidade

São José dos Campos, 05 de abril de 2019

“Somewhere weakness is our strength”.

Hayley Williams

Aos meus pais Sandra e Ivangerson

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder força, sabedoria, saúde e persistência.

Ao Dr. Diógenes Salas Alves, pela orientação, amizade, pelo compartilhamento de conhecimentos que me permitiram evoluir pessoal e profissionalmente, pela paciência, confiança e apoio na realização deste trabalho.

À Dra. Ieda Del'Arco Sanches, pela disponibilidade em me ajudar durante o curso, pelos conselhos e carinho, bem como pelas preciosas contribuições ao meu trabalho.

Aos membros da banca examinadora Dr. Thales Sehn Körting e À Dra. Sandra Maria Fonseca da Costa pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pela oportunidade de estudos e aprimoramento de meus conhecimentos. E aos professores, pelos desafios propostos e ensinamentos repassados.

Às amigas Rebeca, Janaína e Patrícia, pela amizade, carinho, apoio e os momentos de alegria e dificuldades compartilhados.

À minha família pelo suporte, amor e por acreditarem no meu potencial.

Ao Alvaro pelo companheirismo, amor e cumplicidade.

Aos colegas Alindomar Silva e Bruno Montibeller pelo auxílio neste trabalho sanando dúvidas.

Aos amigos de turma por momentos de apoio e troca de conhecimentos.

À Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que me ajudaram de alguma forma, muito obrigada!

RESUMO

As florestas desempenham um importante papel para a manutenção da biodiversidade. No entanto, as constantes mudanças no uso e cobertura da terra ao longo do tempo levaram a uma grande perda florestal, especialmente na Mata Atlântica. A transição florestal postula um declínio na perda florestal acompanhado pela regeneração, resultando em um aumento líquido na área florestal, podendo ocorrer em combinação com outros processos de mudanças no uso da terra. Devido à importância de se conhecer quais os processos estão associados à transição florestal, diversos estudos vem sendo desenvolvidos integrando técnicas de Sensoriamento Remoto com dados de censos agropecuários e demográficos. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram: i) investigar a ocorrência da transição florestal em uma área no Vale do Paraíba-SP; ii) identificar e quantificar áreas de cobertura florestal, incluindo áreas de remanescentes de Mata Atlântica, regeneração e reflorestamento; iii) analisar a distribuição espacial dos fragmentos de remanescentes e de regeneração em relação a rede de drenagem; e iv) investigar e compreender os principais processos associados às mudanças da cobertura florestal. Primeiro, foram gerados os mapas de cobertura florestal para os anos de 1995, 2006 e 2018 utilizando imagens do satélite Landsat. A série temporal de imagens (1975 a 2018) auxiliou a elucidar dúvidas na discriminação das classes de cobertura florestal. Em seguida, foram realizadas pós-classificações e edições dos mapas para identificação das áreas de regeneração. Após validação das classificações, foram gerados os mapas de transição florestal para os períodos 1995-2006 e 2006-2018. Os resultados mostraram que entre 1995 e 2018, as áreas de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica reduziram-se em 10%, enquanto as áreas de reflorestamento e de regeneração cresceram em 142% e 4157%, respectivamente. O reflorestamento contribuiu com a maior parte dos ganhos de cobertura florestal, representando 6% da área de estudo em 2018. A área de cobertura florestal total correspondeu a 25% da área de estudo no período 1995-2006, e 28% em 2006-2018. A análise da distribuição espacial dos fragmentos revelou que aproximadamente 70% dos fragmentos de remanescentes e de regeneração estavam situados entre 50 e 200 m dos leitos dos rios, sugerindo que a preservação e recuperação das matas de galeria merecem uma maior atenção para cumprimento da Lei Nº 12.651 do Código Florestal. A análise dos censos mostrou que a área de estudo é marcada por diferentes lógicas, resumindo: i) áreas onde os processos de industrialização e urbanização são mais relevantes, o reflorestamento é um processo importante para a transição florestal; ii) áreas com menor desenvolvimento econômico apresentam áreas extensas e conectadas de remanescentes florestais, onde vem ocorrendo êxodo rural e processos de regeneração. As evidências sugerem que está ocorrendo uma transição florestal na área de estudo, a qual está mais associada aos processos de reflorestamento do que à regeneração.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Transição Florestal. Mudanças de Uso e Cobertura da Terra (MUCT). Cobertura florestal.

CHANGES IN LAND COVER AND FOREST TRANSITION IN THE PARAÍBA VALLEY

ABSTRACT

Forests play an important role in maintaining biodiversity. However, the constant changes in land use and land cover over time have led to a major forest loss, especially in the Atlantic Forest biome. The forest transition theory postulates a decline in forest loss accompanied by regeneration, resulting in a net increase in forest area and may occur in combination with other land use change processes. Due to the importance of understanding which processes are associated with the forest transition, several studies have been developed integrating Remote Sensing techniques with agricultural and demographic censuses data. Thus, the objectives of this study were: i) to investigate the occurrence of forest transition in an area in the Paraíba Valley-SP; ii) to identify and to quantify areas of forest physiognomy, including areas of remnants of Atlantic Forest, regeneration and reforestation; iii) to analyze the spatial distribution of the remaining fragments and regeneration in relation to the drainage network; and iv) investigate and understand the main processes associated with changes in forest cover. First, the forest cover maps were generated for the years 1995, 2006 and 2018 using images from the Landsat satellite. Imagery time-series (1975 to 2018) supported to elucidate doubts in the discrimination of forest physiognomy classes. Then, post-classifications and editions of the maps were made to identify regeneration areas. After validation of the classifications, forest transition maps were generated for the periods 1995-2006 and 2006-2018. The results showed that, between 1995 and 2018, the remnant fragments of Atlantic Forest areas were reduced by 10%, while reforestation and regeneration areas increased by 142% and 4157%, respectively. Reforestation contributed most of the gains from forest cover, accounting for 6% of the study area in 2018. The total forest cover area corresponded to 25% of the study area in the period 1995-2006, and 28% in 2006-2018. The spatial distribution analysis of the fragments revealed that approximately 70% of the remnant and regeneration fragments were located between 50 and 200 m from the river beds, suggesting that the preservation and recovery of gallery forests deserve greater attention in compliance with Law 12.651/12 of the Brazilian Forest Code. The analysis of the censuses showed that the area of study is marked by different logics, summarizing: i) areas where processes of industrialization and urbanization are most relevant, reforestation is an important process for forest transition; ii) areas with less economic development present extensive and connected areas of forest remnants, where

rural exodus and regeneration processes have occurred. Evidences suggest that a forest transition is occurring in the study area, which is more associated with reforestation processes than with regeneration.

Keywords: Remote Sensing. Forest Transition. Land-Use and Land-Cover Change (LULCC). Forest cover.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1 - As duas fases da transição florestal.....	10
Figura 2.2 - Curva espectral típica de uma folha verde.....	12
Figura 3.1 - Mapa da área de estudo.	16
Figura 3.2 - Extensão de fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica conforme Lei Federal 11428/2006, Decreto 6660/2008.....	21
Figura 3.3 - Etapas da metodologia de trabalho.....	28
Figura 3.4 - Etapas do processamento de imagens.	29
Figura 3.5 - Exemplo de áreas de regeneração em imagens Landsat TM e OLI.	31
Figura 3.6 - Exemplo de carta imagem impressa.	35
Figura 3.7 - Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo.	36
Figura 4.1 - Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo.	40
Figura 4.2 - Mapa de transição da cobertura florestal para 1995-2006.....	47
Figura 4.3 - Mapa de transições da cobertura florestal para 2006-2018.....	48
Figura 4.4 - Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 1995.	52
Figura 4.5 - Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 2018.	53
Figura 4.6 - Área (ha e %) dos fragmentos de regeneração em relação à distância do rio mais próximo.	77
Figura 4.7 - Área (ha e %) dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação à distância do rio mais próximo.	78

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 3.1 - Lista de municípios da área de estudo.....	17
Tabela 3.2 - Histórico de desmatamento na Mata Atlântica.	20
Tabela 3.3 - Áreas em hectare e percentual (%) de Remanescentes florestais, Mangue, Restinga arbórea e áreas naturais não florestais em 2016.	22
Tabela 3.4 - Data de aquisição das imagens.	25
Tabela 3.5 - Estrutura de uma matriz de confusão.....	33
Tabela 4.1 - Área das classes de uso e cobertura da terra em 1995, 2006 e 2018.	41
Tabela 4.2 - Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 1995.	42
Tabela 4.3 - Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2006.	44
Tabela 4.4 - Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2018.	45
Tabela 4.5 - Área ocupada das classes de transição nos períodos I e II.	46
Tabela 4.6 - Área dos municípios com maior contribuição de cobertura florestal entre 1995 e 2018.	51
Tabela 4.7 - Área de cobertura florestal por classe de distância ao rio mais próximo.....	78
Tabela 4.8 - Valor da Produção total da silvicultura (mil reais).....	79
Tabela 4.9 - Quantidade produzida total da silvicultura.....	79
Tabela 4.10 - Distribuição do eucalipto por município (2017).....	81
Tabela 4.11 - Valor de produção e área colhida de lavouras permanentes e temporárias.	82
Tabela 4.12 - Área das principais culturas temporárias.	83
Tabela 4.13 - Área das principais culturas permanentes.	85
Tabela 4.14 - Produção animal total 1995, 2006 e 2017.....	86

Tabela 4.15 - Variação temporal do valor de produção e número de estabelecimentos da pecuária (%).	87
Tabela 4.16 - Número de cabeças - efetivo de rebanho.	88
Tabela 4.17 - Valor de produção animal por tipo de produto (mil reais).	89
Tabela 4.18 - Produção animal por tipo de produto (1995 e 2017).	90
Tabela 4.19 - Valor adicionado bruto por setores (reais).	91
Tabela 4.20 - População por situação de domicílio.	92
Tabela 4.21 - Distribuição da população urbana e rural por município 1991 e 2010.	93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ANNF	Áreas naturais não florestais
APP	Áreas de Preservação Permanente
B	Bananal
CJ	Campos do Jordão
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FRMA	Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica
G	Guaratinguetá
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGBP	<i>International Geosphere Biosphere Programme</i>
IHDP	<i>International Human Dimensions Programme</i>
IPEF	Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LMA	Área das Unidades Federais de acordo com a Lei da Mata Atlântica
LUCC	<i>Land-use and Land-cover Change</i>
MAXVER	Máxima Verossimilhança
MLME	Modelo Linear de Mistura Espectral
MSS	<i>Multispectral Scanner System</i>
NF	Não-floresta
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PAM	Pesquisa Agrícola Municipal
PEVS	Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura
PIB	Produto Interno Bruto

PPM	Pesquisa Pecuária Municipal
PP	Paraibuna/Paraitinga
REG	Regeneração
REF	Reflorestamento
RF	Remanescentes Florestais
RJ	Rio de Janeiro
SF	Sul Fluminense
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SJC	São José dos Campos
SP	São Paulo
SS	Sucessão Secundária
TM	<i>Thematic Mapper</i>
UF	Unidade Federal
USGS	United States Geological Survey
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
VPF	Vale do Paraíba Fluminense
VPP	Vale do Paraíba Paulista
WRS	<i>Worldwide Reference System</i>

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Premissa de trabalho	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Geral	3
1.2.2. Específicos	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1. Mudanças de uso e cobertura da terra e os ciclos econômicos	5
2.2. Conceituando os termos adotados para as classes de cobertura florestal .	6
2.2.1. Regeneração florestal: importância e definições.....	6
2.3. Teoria da Transição Florestal.....	8
2.4. Sensoriamento Remoto como ferramenta de estudo da cobertura florestal	11
3. METODOLOGIA	16
3.1. Área de estudo.....	16
3.1.1. Histórico do Vale do Paraíba.....	17
3.1.2. O bioma da Mata Atlântica	19
3.1.3. Características fisiográficas da área de estudo.....	23
3.2. Materiais.....	24
3.2.1. Série temporal de imagens Landsat.....	24
3.2.2. Estatísticas agrícolas e demográficas	25
3.2.3. Dados complementares.....	27
3.3. Métodos.....	28
3.3.1 Processamento de imagens	29
3.3.2 Análise de acurácia dos mapas.....	32
3.3.3 Detecção de mudanças da cobertura florestal	34
3.3.4 Trabalho de campo	34
3.3.5. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens.	37
3.3.6. Análise dos dados dos censos	37

4. RESULTADOS.....	39
4.1. Classificação da cobertura florestal.....	39
4.2. Avaliação das mudanças de cobertura florestal	45
4.3. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens....	76
4.4. Mudanças de uso e cobertura da terra segundo a análise dos censos e estatísticas agrícolas.....	78
4.4.1 Silvicultura	79
4.4.2 Agricultura	81
4.4.3 Pecuária	86
4.4.4 Indústrias, serviços e agropecuária	90
4.4.5 Demografia.....	92
4.4.6 Síntese dos resultados	94
5. DISCUSSÕES.....	95
5.1 Variação líquida da cobertura florestal	95
5.2 Plantações de árvores comerciais.....	97
5.3 Demografia.....	98
5.4 Indústrias e serviços.....	99
5.5 Agropecuária	100
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
APÊNDICE A – TABELAS.....	114
ANEXO A – TABELAS	137

1. INTRODUÇÃO

O estudo das mudanças de uso e cobertura da terra (MUCT, originalmente em inglês: *Land-Use and Land-Cover Change-LULCC*) é considerado um importante campo de pesquisa, contribuindo para a compreensão de diversos processos associados à organização socioeconômica, política, cultural e mudanças ambientais das diferentes regiões do planeta (TURNER et al., 1990; TURNER; MEYER, 1994; LAMBIN et al., 1999; GEIST, 1999; GEIST; LAMBIN, 2001; LAMBIN et al., 2001). Esse campo de pesquisa é complexo e multidisciplinar (GEIST; LAMBIN, 2001) e abrange estudos relacionados a fenômenos como a regeneração e o desmatamento, o qual preocupa a comunidade acadêmica por seus efeitos da perda das áreas de floresta. Os estudos sobre MUCT também investigam o processo de transição florestal, quando a perda líquida de florestas em um determinado país ou região é sucedida por ganhos líquidos de cobertura florestal, podendo mitigar, pelo menos em parte, os impactos do desmatamento em grande escala (MATHER; NEEDLE, 1998; RUDEL et al., 2005).

O termo transição florestal foi inicialmente proposto por Mather (1992). A teoria postula que determinadas regiões passam de uma fase de desflorestamento para uma fase de aumento da cobertura florestal, podendo ocorrer em combinação com outros processos de mudança do uso da terra (MATHER; NEEDLE, 1998; RUDEL, 1998). A Teoria da Transição Florestal busca explicar os processos associados ao aumento da cobertura florestal, relacionando-os fundamentalmente ao desenvolvimento econômico associado à industrialização, à urbanização e à intensificação do uso da terra, que ocasionariam o abandono de terras menos favoráveis a atividades agropecuárias. Assim, áreas que seriam destinadas à agricultura cede espaço para a regeneração da cobertura florestal (RUDEL et al., 2005).

Os estudos de mudanças de uso e cobertura da terra também podem explicar a formação socioeconômica e territorial de um país. No caso do Brasil, diferentes e importantes ciclos da economia agropecuária

promoveram mudanças de paisagem em grande parte do país. Dentre esses ciclos, destacam-se o cultivo do café nos estados de Rio de Janeiro e São Paulo, que, sendo os primeiros momentos da expansão da fronteira agrícola pelo território brasileiro, contribuíram para iniciar a conversão de porções da cobertura florestal nativa para terras agrícolas (MACHADO, 1992). Os impactos da expansão da fronteira agrícola exercem forte influência nas mudanças do uso e cobertura em cada região (MACHADO, 1992; BECKER, 1974).

A extensão de área original da Mata Atlântica era equivalente a 1,3 milhões de quilômetros quadrados, estendendo-se ao longo de 17 estados brasileiros. Ao lado da conversão continuada da cobertura florestal para uso agrícola, alguns autores sugerem que nas regiões sudeste e sul podem apresentar evidências de ganho florestal (LIRA et al., 2012; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2018; FERREIRA et al., 2015).

A análise de mudanças de cobertura florestal vem sendo desenvolvida em diversos estudos que combinam o uso de censos e ferramentas de sensoriamento remoto para investigar os fenômenos de mudanças de uso e cobertura da terra, inclusive de transição florestal (ESPINDOLA et al., 2012; YEO; HUANG, 2013, FERREIRA et al. 2015; SILVA et al., 2017).

Diante dos processos apresentados anteriormente, este trabalho visa realizar uma análise espaço-temporal dos processos associados às mudanças da cobertura florestal em uma área de ocupação antiga no Vale do Paraíba, no estado de São Paulo. Por ser uma região de ocupação e desmatamento antigos, este trabalho propõe investigar a ocorrência de transição florestal e os processos associados às mudanças de cobertura florestal no Vale do Paraíba, aliando o sensoriamento remoto com estatísticas agrícolas e demográficas.

1.1. Premissa de trabalho

A análise combinada entre dados de sensoriamento remoto e estatísticas demográficas e agrícolas auxilia a investigar mudanças de uso e cobertura da terra e, em particular, ganhos e perdas de cobertura florestal e a hipótese de transição florestal em contextos como os do Vale do Paraíba nas últimas décadas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

- Investigar a ocorrência de transição florestal no Vale do Paraíba do Sul no estado de São Paulo incluindo dois municípios do Rio de Janeiro (Itatiaia e Resende), dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, no período entre os dois últimos Censos Agropecuários (1995 e 2006), e no ano de 2018, por meio da integração de dados de sensoriamento remoto e de estatísticas demográficas e agrícolas.

1.2.2. Específicos

- Identificar e quantificar áreas de cobertura florestal da área de estudo nos anos 1995, 2006 e 2018, em imagens do satélite Landsat, incluindo fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica, e processos de regeneração e reflorestamento para fins comerciais;
- Analisar a distribuição espacial dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica e regeneração em relação à rede de drenagem;
- Investigar associações entre as mudanças na cobertura florestal, atividades agrícolas e da demografia nas categorias urbana e rural pela análise conjunta dos dados obtidos de imagens Landsat e de estatísticas agropecuárias e demográficas em escala de município.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Mudanças de uso e cobertura da terra e os ciclos econômicos

As mudanças de uso e cobertura da terra estão associadas a diferentes agentes sociais que podem transformar a paisagem em decorrência de atividades como o desmatamento destinado às práticas agrícolas e à expansão urbana, podendo resultar na perda da biodiversidade. Visto a importância do tema abordado, é necessário conhecer as definições dos termos uso do solo e cobertura do solo.

Em 1994 foi criado o projeto Land-use and Land-cover Change (LUCC) no âmbito dos programas International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) e International Human Dimensions Programme (IHDP). Esse projeto permitiu realizar análises comparativas, observações empíricas e modelagem integrada para as escalas locais e globais, visando compreender como o uso e a cobertura da terra eram impactados pelas ações humanas e biofísicas e quais as consequências para os âmbitos socioambientais (SHERBININ, 2002). O projeto LUCC foi formalizado em 1995 através da publicação do seu plano de ciência/pesquisa (Turner et al., 1995) e chegou ao estágio de implementação quatro anos depois (Lambin et al., 1999).

A implementação do plano de ciência LUCC adotou a distinção entre os conceitos de "uso da terra" de "cobertura da terra" (Turner et al., 1995, Lambin et al., 1999). Segundo Turner e Meyer (1994, p. 5), a cobertura do solo se refere ao estado físico da superfície terrestre, podendo manifestar-se como florestas, campos, corpos d'água, entre outros. Os mesmos autores definem que o uso do solo se refere aos propósitos humanos associados àquela cobertura, por exemplo, pecuária, recreação, conservação, área residencial, etc. Diversos autores afirmam que uma única cobertura pode apresentar diversos tipos de uso, assim como um único uso pode corresponder a diferentes tipos de cobertura (TURNER; MEYER, 1994; LAMBIN et al., 2001; GIRI et al., 2013; NOVO, 1998).

Briassoulis (2000) cita que os primeiros estudos sobre o uso e cobertura da terra começaram no século XIX. Segundo a autora as mudanças nos usos da terra, que ocorrem em vários níveis espaciais e em vários períodos de tempo, são as expressões materiais, dentre outras, da dinâmica ambiental e humana e das suas interações mediadas pela terra. As mudanças nos usos da terra às vezes são benéficas, às vezes possuem impactos e efeitos prejudiciais, sendo estas últimas as principais causas de preocupação, uma vez que interferem de forma variada no bem-estar humano e ambiental. Segundo Alves (2004), o assunto só apresentou maior destaque por volta de 1980 quando começou uma preocupação ambiental envolvendo discussões sobre a degradação de florestas tropicais consideradas como os ecossistemas mais ricos do planeta.

2.2. Conceituando os termos adotados para as classes de cobertura florestal

Neste trabalho serão adotados os termos: Fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica, referentes às áreas de florestas primárias que mantiveram suas características originais do bioma os quais pertencem; Regeneração se refere às áreas de sucessão secundária, em que pode ocorrer a recomposição de espécies e de estrutura do bioma original; Reflorestamento que está associado às árvores plantadas para fins comerciais, como exemplo, eucalipto e pinus; e Não-floresta, termo adotado para se referir às demais classes de uso e coberturas não florestais, como por exemplo, água, terras agrícolas, pastagens, cidades, entre outros.

2.2.1. Regeneração florestal: importância e definições

Brown e Lugo (1990) definem as florestas secundárias como aquelas formadas como resultado do impacto humano em terras florestais, não incluindo as florestas plantadas. Esta definição exclui as florestas secundárias resultantes de distúrbios naturais, tais como deslizamentos de terra, incêndios naturais e furacões. Nesse estudo os autores

ênfatizam sobre as florestas secundárias resultantes do abandono de florestas limpas, geralmente da agricultura.

Smith et al. (1997), afirmam que os diferentes padrões de regeneração são influenciados pelo histórico de uso do solo e os diversos manejos da terra posteriores ao desmatamento. Há diferentes estágios de regeneração os quais possuem distintos tipos de biomassa, estruturas de suporte e composição de espécies. O uso de dados de estrutura de vegetação e técnicas de sensoriamento remoto melhora a capacidade de distinguir as áreas de rebrota de espécies florestais.

Os estágios de sucessão secundária - SS (inicial, intermediário e avançado) são diferenciados por diversos fatores, entre eles, a espécie, a estrutura, o tamanho e idade das espécies, taxa de crescimento, adensamento dos indivíduos, entre outros. Na floresta madura, a biomassa acima do solo e a densidade da vegetação podem ser significativamente diferentes dependendo das condições do solo, composição da espécie e topografia no local (LU et al, 2002). Uma descrição mais detalhada sobre a estrutura do suporte da vegetação de diferentes estágios de Sucessão Secundária e floresta madura pode ser encontrada em Moran e Brondízio (1998), Batistella (2001), Lu (2001), Brown e Lugo (1990).

As florestas dos trópicos sofrem com processos de desmatamento, uso intensivo de terras agrícolas e outras atividades antrópicas que são um dos principais responsáveis pela perda florestal. Segundo Parrottaa et al. (1997), para que ocorresse a recuperação das áreas degradadas era necessário o abandono da terra para que, aos poucos, começasse o processo de sucessão secundária de forma natural.

As florestas sucessionais apresentam crescimento e aumento de área acelerados, fatores que são fundamentais no orçamento global de carbono. Além disso, outros papéis importantes são desempenhados pela regeneração florestal, que influenciam na fertilidade do solo, estrutura e

composição vegetal e dispersão da fauna (BROWN; LUGO, 1990; ALVES et al., 1997).

2.3. Teoria da Transição Florestal

A Teoria da Transição Florestal (TTF) foi proposta por Mather (1990, 1992) como quadro teórico-conceitual para explicar evidências de regeneração de florestas em seguida à sua derrubada, em particular, na Europa Ocidental e em regiões dos Estados Unidos. O conceito de transição florestal se refere à “mudança nas características de uso da terra de um período de constante redução da cobertura florestal para um período em que predomina a expansão das florestas” (Farinaci, 2012). Mather representou este fenômeno por meio de uma "curva em forma de U" invertida para a cobertura florestal em função do tempo, o geógrafo e historiador Alexandre Mather definiu como transição da floresta o ponto de inflexão da curva em que a variação da cobertura florestal passa de perda para ganho. O autor ainda pôde observar esse padrão em seus estudos em diversos países europeus (por exemplo, MATHER et al., 1998, 1999; MATHER; NEEDLE, 1998; MATHER; FAIRBAIRN, 2000; MATHER, 2004) e posteriormente em três países asiáticos: China, Índia e Vietnã (MATHER, 2007).

Rudel (2005) cita que as transições florestais começam durante um período de desmatamento. Inicialmente, as florestas diminuem em extensão, uma vez que um número crescente de cultivadores, com a ajuda dos madeireiros, limpa as terras florestais e as converte em campos, a fim de atender às crescentes demandas de alimentos pelas populações humanas que residiam cada vez mais nas cidades.

Eventualmente, a expansão agrícola termina e surgem hipóteses sobre a recuperação da floresta após a expansão agrícola que assumem duas formas gerais, em uma delas, os trabalhadores agrícolas deixam a terra para empregos não agrícolas de melhor remuneração, a perda de trabalhadores aumenta os salários dos demais trabalhadores diminuindo a produção das empresas agrícolas. Nessas circunstâncias, os agricultores abandonam seus campos e pastagens mais remotos e menos

produtivos, os quais tendem a reverter à cobertura florestal (RUDEL, 2005).

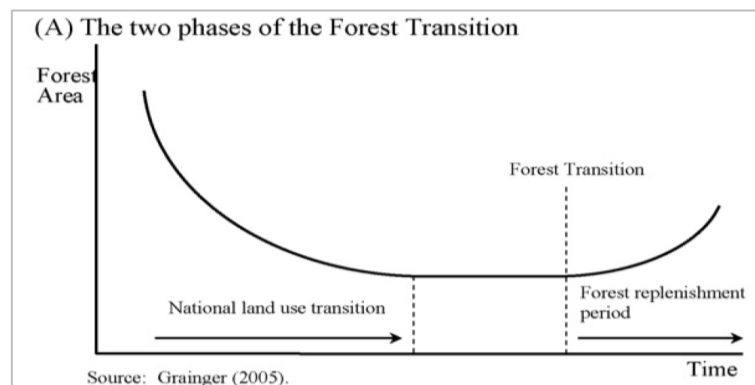
Mather e Needle (1998) discutem que na fase inicial da transformação na cobertura da terra decorrente da modernização e industrialização, há o aumento da demanda de madeira e alimentos no meio urbano. Esses fatores intensificam a exploração madeireira e a expansão agrícola, reduzindo as áreas florestadas. Os produtos de origem florestal tem sua oferta reduzida e conseqüentemente têm seus preços elevados à medida que a cobertura florestal contrai. A mão de obra agrícola também diminui no campo e migra para cidades em busca de empregos industriais, permitindo a regeneração das terras agrícolas abandonadas.

De acordo com Mather e Needle (1998), a base teórica para a transição florestal é sugerida em termos de aumento do ajuste agrícola à qualidade da terra. O conceito geral do ajuste agrícola é a concentração da produção agrícola em áreas menores de melhores terras e no abandono agrícola de áreas maiores de terras mais pobres, que estão disponíveis para reflorestamento através de regeneração natural ou plantio. Os autores simularam os resultados do processo de ajuste agrícola aplicando o estudo na França, para posteriormente apresentar evidências em outras partes do mundo. Os resultados simulados foram realizados utilizando: modelo de simulação (investiga a capacidade da terra para a agricultura em uma área coberta pela floresta); estudo de caso quantificado (demonstrar que o ajuste agrícola aconteceu no mundo real); introdução de fatores que fortaleçam a tendência do ajuste. Os autores afirmam que a capacidade da terra pode variar aleatoriamente e pode ser expressa em três classes: baixa, média e alta. Assim, os autores apontaram que a variedade de configurações sugere que o processo de ajuste agrícola funcionou amplamente podendo ser um fator causal significativo quanto à transição florestal (MATHER; NEEDLE, 1998).

Grainger (1995b) apontou que uma análise a longo prazo da cobertura florestal de um país é mais consistente se for avaliada juntamente com as mudanças de uso do solo num sentido mais amplo. Grainger (1995a)

ainda sugeriu que a curva da cobertura florestal em forma de U é na realidade uma união de duas curvas diferentes de mudanças de uso da terra: “o declínio na área da floresta, denominada transição do uso do solo nacional e a recuperação na área da floresta após a transição, o que ele chamou de período de reposição florestal” (Figura 2.2).

Figura 2.1 - As duas fases da transição florestal.



Fonte: Grainger (2005)

O autor Perz (2007a; 2007b) critica a TTF pelos seus argumentos cosmopolitas, sem agregar os fatos contextuais do desenvolvimento, e nem sempre enfatizando as questões ambientais. Buttel (2000) justifica que essas teorias servem como subterfúgio para o campo político e o Estado que visam se isentar da responsabilidade de serem os agentes destruidores do meio ambiente. Além disso, foram propostas diversas teorias que tratam a transição florestal como um processo que ocorre em um estágio de desenvolvimento econômico a longo prazo, enfatizando os principais elementos ligados ao desmatamento em oposição ao reflorestamento (FOSTER; ROSENZWEIG, 2003; GRAINGER, 1995a, 2008; MATHER, 1992, 2000; MATHER; NEEDLE, 1998; PERZ, 2007; PERZ; SKOLE, 2003; RUDEL et al., 2005).

Um estudo de Silva et al. (2017), reuniu em sua análise dados de uso e cobertura de terra juntamente a políticas ambientais, dados de censos e entrevistas, para compreender melhor os processos que estão associados a transição florestal. O estudo foi realizado em uma área no Vale da Paraíba Paulista, para o período de 1985 a 2011. Como dados auxiliares à análise, foram utilizados os mapas de uso e cobertura da terra de São

Paulo de 1994, 2002, 2005 e 2008 produzidos pela FUNCATE (Fundação de apoio para projetos de pesquisa de ciência e tecnologia espacial) e o inventário florestal da vegetação natural de São Paulo de 2005. Os autores observaram que os ganhos na cobertura florestal sobressaíam às áreas desmatadas. Os autores exploraram o contexto que permitiu a ocorrência de uma transição florestal regional, com o controle do desmatamento em florestas maduras e áreas de sucessão secundária; e como as políticas públicas, o desenvolvimento econômico, a dinâmica populacional e as condições ambientais induzem processos de transição florestal no Vale do Paraíba.

Ainda segundo Silva et al. (2017), o estudo contribuiu para a ciência da mudança de uso e cobertura da terra, bem como foi o pioneiro em explorar como a sociedade interagiu com os mecanismos de conservação da Mata Atlântica no Estado de São Paulo, beneficiando a transição florestal. Os autores também destacam que o engajamento social e as normas legais visando à conservação ambiental foram primordiais para impulsionar a sucessão secundária e a conservação de remanescentes de florestas maduras, sendo também essenciais para promover e sustentar a governança florestal no caso do Vale do Paraíba.

2.4. Sensoriamento Remoto como ferramenta de estudo da cobertura florestal

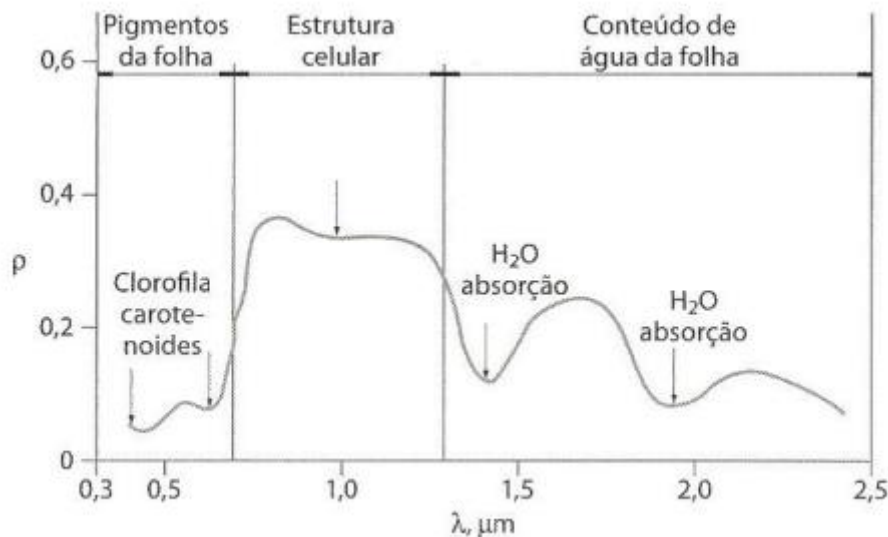
Sensoriamento remoto é a medição ou aquisição de informação de alguma propriedade de um objeto ou fenômeno, por um dispositivo de registro que não esteja em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno em estudo (COWELL, 1983). Segundo Jensen (2009), um instrumento de sensoriamento remoto pode estar localizado a poucos metros acima do solo, ou acoplado a uma aeronave ou satélite. O instrumento de sensoriamento remoto coleta informações sobre um objeto ou fenômeno dentro do campo de visada instantâneo (IFOV) do sistema do sensor sem estar em contato físico direto com ele.

Os dados de sensoriamento remoto se baseiam no princípio da interação da radiação eletromagnética com os objetos da superfície terrestre, e

destes com os sistemas sensores em plataformas orbitais, aéreas ou terrestres (JENSEN, 2009; NOVO, 2010). A interação da radiação eletromagnética, objeto e sistemas sensores registram as informações obtidas da imagem em níveis de cinza, que podem ser convertidos em valores de reflectância. As informações obtidas sobre um determinado objeto ou fenômeno podem ser tanto qualitativas quanto quantitativas.

O comportamento espectral da vegetação é função da composição, morfologia e estrutura interna das folhas. Diferenças no comportamento espectral podem ocorrer entre grupos de vegetação que sejam geneticamente distintos. Outros fatores que podem influenciar nesse comportamento, no contexto do sensoriamento remoto, são as características físico-químicas dos elementos, geometria de aquisição dos dados (ângulo de incidência do fluxo de radiância), e processos como absorção e espalhamento (PONZONI, 2002). A curva espectral típica de uma folha verde pode ser observada na Figura 2.3.

Figura 2.2 - Curva espectral típica de uma folha verde.



Fonte: NOVO (1989).

No estudo da vegetação, as principais regiões do espectro eletromagnético estudadas compreendem entre 400nm a 2.600nm, onde ocorre a maior interação da energia radiante com a estrutura de folhas e dosséis. Essas regiões se dividem em três partes: 400nm a 700 nm: visível; 700nm a 1.300nm: infravermelho próximo; 1.300nm a 2.600nm:

infravermelho médio. Desta forma, é possível prever padrões de reflectância na vegetação em imagens multiespectrais (PONZONI, 2002).

A confusão entre classes ocorre quando *pixels* de uma classe são incluídos erroneamente em outra, principalmente em alvos com comportamento espectral semelhante. A confusão espectral pode ocorrer entre florestas primárias e secundárias em estágio avançado, visto que a estrutura e biomassa aérea apresentam semelhanças, tornando a curva espectral de ambas bem próximas entre si. Desta forma, é comum a ocorrência de erros de omissão e comissão em classificações de imagens. De acordo com Mausel et al. (1993), esse tipo de erro é comum, pois as áreas de sucessão secundária avançada entre 11 e 15 anos apresentam estrutura e curvas espectrais próximas de uma floresta intacta. Lu et al. (2003) discutem que as camadas de dossel de uma sucessão secundária em estágio avançado é semelhante a de uma floresta madura, porém apresentando árvores não tão altas e grossas, com espécies ombrófilas e de crescimento lento.

Estudos abordam a questão das mudanças da cobertura florestal por meio do sensoriamento remoto, em que são utilizados diferentes classificadores. A seleção de um ou mais métodos dependerá da necessidade e objetivo do estudo, bem como do conjunto de dados utilizados. Desta forma, autores vêm desenvolvendo pesquisas por meio de técnicas de sensoriamento remoto para analisar a variação da cobertura florestal e o uso da terra.

Ferreira et al. (2015) combinaram dados dos censos e imagens do sensor Landsat/TM para investigar a dinâmica florestal em função de mudanças na agricultura na região de Presidente Prudente entre 1986 e 2009. Os autores identificaram fragmentos de remanescentes florestais, de regeneração e áreas de floresta plantada, por meio do uso de algoritmos de classificação e modelo linear de mistura espectral (MLME), o resultado encontrado foi de 4,5% de regeneração florestal. Outro trabalho desenvolvido com uso do sensoriamento remoto foi o de Silva et al. (2018), onde os autores investigaram a possibilidade de transição florestal

na porção centro-sul de São Paulo entre os anos de 1995 a 2013. Os autores integraram o processamento de imagens, métricas de paisagem e dados de censos para analisar os processos associados a uma possível transição florestal. Os resultados mostraram o avanço do cultivo de cana-de-açúcar na região, e que a transição florestal estava mais relacionada à questão das florestas plantadas do que à regeneração. Em ambos os trabalhos, os autores utilizaram o Google Earth para verificar a vegetação, visto que a plataforma fornece imagens de alta resolução atualizadas, foi possível elucidar as dúvidas em imagens Landsat/TM sobre as classes de cobertura florestal.

Lu et al. (2003) utilizaram o Modelo Linear de Mistura (MLM) em imagens Landsat/TM para identificar e classificar diferentes estágios de sucessão secundária na Amazônia. Os autores abordam os fatores limitantes para o estudo da vegetação por meio de classificadores convencionais, a exemplo de máxima verossimilhança (MAXVER). Tais fatores dizem respeito à heterogeneidade complexa da estrutura e geometria da vegetação, resolução espacial do sensor e a transição suave entre os diversos estágios de sucessão secundária. No entanto, o MLM mostrou-se promissor em relação ao MAXVER, promovendo uma maior separabilidade entre florestas sucessionais e primárias, visto que as frações-imagens fornecem informações estruturais biofísicas. Mausell et al. (1993) também analisaram as respostas espectrais do Landsat TM de diferentes estágios de sucessão secundária (SS) e classificaram a vegetação em SS1, SS2, SS3 e floresta madura usando um classificador de extração e classificação de objetos homogêneos denominado ECHO.

Reis (2014), em uma abordagem diferente, teve como objetivo avaliar o potencial de dados SAR, óticos e da combinação dos dois, para detectar mudanças em uma região da Amazônia brasileira, por meio de análise pós-classificação, baseada em regiões, a saber: Bhattacharyya, MultiSeg e PALSAR_SDNLN, os quais desempenharam diferentes resultados para cada conjunto de imagens (ALOS, PALSAR e Landsat).

O algoritmo de classificação *Support Vector Machine* (SVM) tem como objetivo a determinação de limites de decisão que produzam uma separação ótima entre classes por meio da minimização dos erros, tal que se as classes são separáveis, a solução é escolhida de forma a separar o máximo as classes. O SVM consiste em uma técnica computacional de aprendizado para problemas de reconhecimento de padrão (VAPNIK, 1995). Baumann et al. (2012) utilizaram o SVM e elementos pós-classificação em imagens Landsat TM e ETM+ para identificar mudanças na cobertura florestal em uma área na Rússia temperada, encontrando 4,5% de ganho florestal. Negri et al. (2009) utilizaram o SVM em imagens polarimétricas em Banda L para classificação de cobertura da terra em uma área da Amazônia, porém as classes de florestas primárias e secundárias não apresentaram uma boa separabilidade. No entanto, após filtragem dos dados foi possível discriminar floresta degradada de floresta secundária.

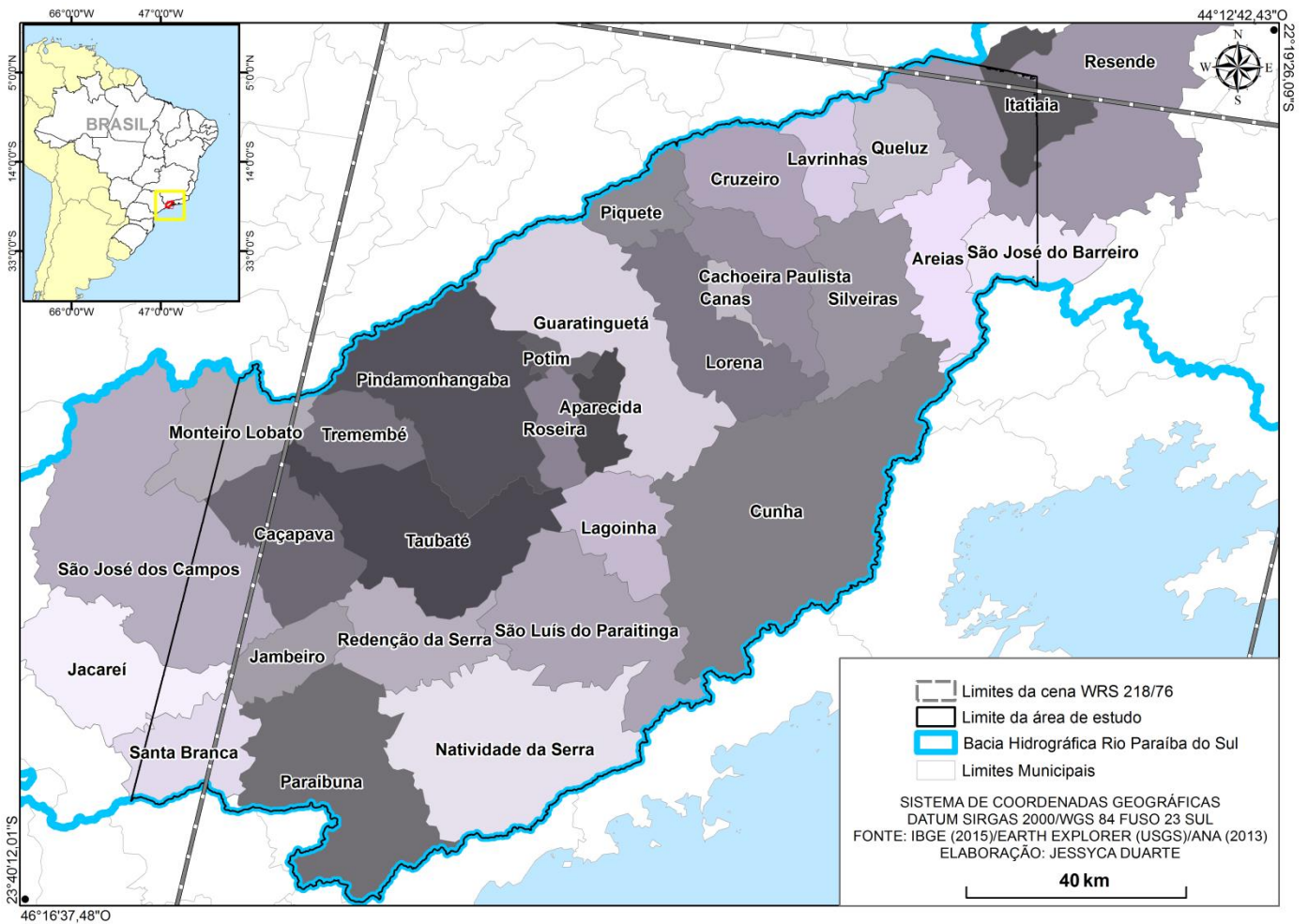
A interpretação visual é amplamente utilizada, porém é crescente a opção pela utilização de métodos computacionais de classificação que oferecem resultados de forma mais rápida e facilitada (CROSTA, 1993). Em muitos casos, é necessário aliar as duas técnicas, tanto de classificação automática quanto de interpretação visual, devido à frequente confusão de classes obtidas através de algoritmos de classificação, assim, para melhorar o mapeamento, é realizado uma pós-classificação por edição manual de matrizes ou vetores.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

A área de estudo está inserida na Bacia do Rio Paraíba do Sul, abrangendo municípios incluídos na cena 218/76 do *Worldwide Reference System* (WRS) (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Mapa da área de estudo.



Na Tabela 3.1 mostra-se a lista dos municípios contidos inteira ou parcialmente na área de estudo, bem como seus respectivos estados, microrregiões e mesorregiões.

Tabela 3.1 - Lista de municípios da área de estudo.

Município	Estado	Microrregião	Mesorregião	Área (km ²)	Fração da área total (%)
Aparecida	SP	G	VPP	121,08	100,00
Areias	SP	B	VPP	305,23	100,00
Caçapava	SP	SJC	VPP	368,99	100,00
Cachoeira Paulista	SP	G	VPP	287,99	100,00
Canas	SP	G	VPP	53,26	100,00
Cruzeiro	SP	G	VPP	305,69	100,00
Cunha	SP	PP	VPP	1.407,25	100,00
Guaratinguetá	SP	G	VPP	752,64	100,00
Itatiaia	RJ	VPF	SF	241,03	45,87
Jacareí	SP	SJC	VPP	464,27	15,62
Jambeiro	SP	PP	VPP	184,41	100,00
Lagoinha	SP	PP	VPP	255,47	100,00
Lavrinhos	SP	G	VPP	167,07	100,00
Lorena	SP	G	VPP	414,16	100,00
Monteiro Lobato	SP	CJ	VPP	332,74	48,42
Natividade da Serra	SP	PP	VPP	833,37	100,00
Paraibuna	SP	PP	VPP	809,58	100,00
Pindamonhangaba	SP	SJC	VPP	729,99	100,00
Piquete	SP	G	VPP	175,99	100,00
Potim	SP	G	VPP	44,47	100,00
Queluz	SP	G	VPP	249,40	100,00
Redenção da Serra	SP	PP	VPP	309,44	100,00
Resende	RJ	VPF	SF	1.099,34	22,36
Roseira	SP	G	VPP	130,65	100,00
Santa Branca	SP	PP	VPP	272,24	89,26
São José do Barreiro	SP	B	VPP	570,68	22,96
São José dos Campos	SP	SJC	VPP	1.099,41	25,31
São Luís do Paraitinga	SP	PP	VPP	617,31	100,00
Silveiras	SP	B	VPP	414,78	100,00
Taubaté	SP	SJC	VPP	625,00	100,00
Tremembé	SP	SJC	VPP	191,09	100,00

Legenda: B=Bananal; CJ=Campos do Jordão; G=Guaratinguetá; PP=Paraibuna/Paraitinga; SP=São Paulo; SJC=São José dos Campos; RJ=Rio de Janeiro; VPF=Vale do Paraíba Fluminense; VPP=Vale do Paraíba Paulista; SF = Sul Fluminense.

3.1.1. Histórico do Vale do Paraíba

Segundo Muller (1969), o Vale do Paraíba é uma das mais antigas áreas de ocupação do Estado paulista. A fundação dos núcleos urbanos está associada aos ciclos econômicos, como o “ciclo do ouro” (séc. XVIII) e o

“ciclo do café” (séc. XIX), e o desenvolvimento industrial a partir do século XX.

Entre os séculos XIX e XX, o desenvolvimento dos núcleos urbanos advindos da economia cafeeira acompanhada pela implantação de ferrovias, abriu caminho para a industrialização. A estagnação da economia cafeeira concomitante à transição do Império para a República impulsionou o ciclo da pecuária leiteira e a industrialização no período 1930-40 (BENTES, 2014). A localização entre o litoral e o interior de São Paulo, conectando cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, foi um importante indutor da ocupação do Vale do Paraíba (BISTRICHI et al., 1996).

De acordo com Cordeiro (1999), a industrialização surgiu no Vale do Paraíba Paulista em decorrência das dificuldades do setor agrícola. Pois, durante o século XIX, a região era um dos principais polos da economia cafeeira do País. A partir de 1950 surgiram grandes polos industriais no Vale do Paraíba, como Jacareí, Taubaté e São José dos Campos. Segundo com Silva et al. (2017), a baixa incidência de radiação solar devido às características do terreno, as práticas inadequadas de manejo de solos, por sua vez esgotados e cultivados ao longo de um século sem tecnologias apropriadas, contribuíram para a perda de produtividade do solo para agricultura e pecuária, impulsionando o despovoamento rural e declínio da produção agrícola. Estudos regionais revelaram variações significativas na cobertura da Mata Atlântica, como é o caso do Vale do Paraíba com + 74% da variação líquida relativa entre 1985 e 2011.

Godoy (2003) relata que as atividades ligadas à economia açucareira foram estabelecidas no Rio de Janeiro e em São Paulo durante as primeiras décadas da presença portuguesa no Brasil em meados do século XVIII. A pequena produção em São Paulo era voltada para o autoconsumo ou para mercados locais, enquanto a exportação secundária era dos encargos do Rio de Janeiro. Os engenhos de açúcar se concentravam na região do planalto Paulista, conhecido como quadrilátero do açúcar, nos municípios de Itu e Campinas. “A evolução da

economia canavieira paulista é peculiar por sua fugacidade. A cultura do café surgiu e se expandiu nas terras ocupadas com a cana, inicialmente no vale do Paraíba e posteriormente no próprio quadrilátero” (GODOY, 2003). Segundo Ricci (2006), o café era a principal atividade econômica no Brasil no século XIX, e o Vale do Paraíba era responsável por cerca de 77% da produção de São Paulo, com destaque para os municípios de Areias (Inicialmente Freguesia criada em janeiro de 1748 com o nome de Santana da Paraíba Nova, que servia de pouso para os tropeiros que de São Paulo e Minas Gerais, iam para o Rio de Janeiro) e Bananal (inicialmente foi uma Freguesia criada em 26 de janeiro de 1811, no Município de Lorena, e posteriormente transferida para o município de Areias).

A cafeicultura expandiu-se na Bacia do Paraíba do Sul ao custo da conversão das florestas em extensas áreas queimadas e de plantios "morro acima", resultando em rápidas perdas de produtividade e início de processos intensos de erosão e degradação das terras, além da substituição do café pelas pastagens. A partir de 1940, com o desenvolvimento da atividade industrial, a população da bacia passou de predominantemente rural para urbana em poucas décadas, ocorrendo o declínio da atividade agropecuária, já prejudicada pelas práticas inadequadas às restrições naturais ao uso do solo. O êxodo rural é constante nos municípios da bacia, alguns já apresentando mais de 90% da população concentrada em áreas urbanas. A bacia do Paraíba do Sul drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo parte do Estado de São Paulo, na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais, denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro (AGEVAP, 2006).

3.1.2. O bioma da Mata Atlântica

O Vale do Paraíba do Sul está incluído, em sua maior parte, dentro no domínio da Mata Atlântica. Durante o século XVI, sua área de 1,3 milhões de quilômetros quadrados se estendia ao longo de 17 estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato

Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006) (BRASIL, 2006). O levantamento de remanescentes florestais no bioma é realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo INPE desde o ano de 1990. As atividades humanas como agricultura, pecuária e desmatamento são uns dos principais causadores dos impactos sobre a Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica/INPE, 2016). O histórico de desmatamento desde o início do mapeamento pode ser observado na Tabela 3.2.

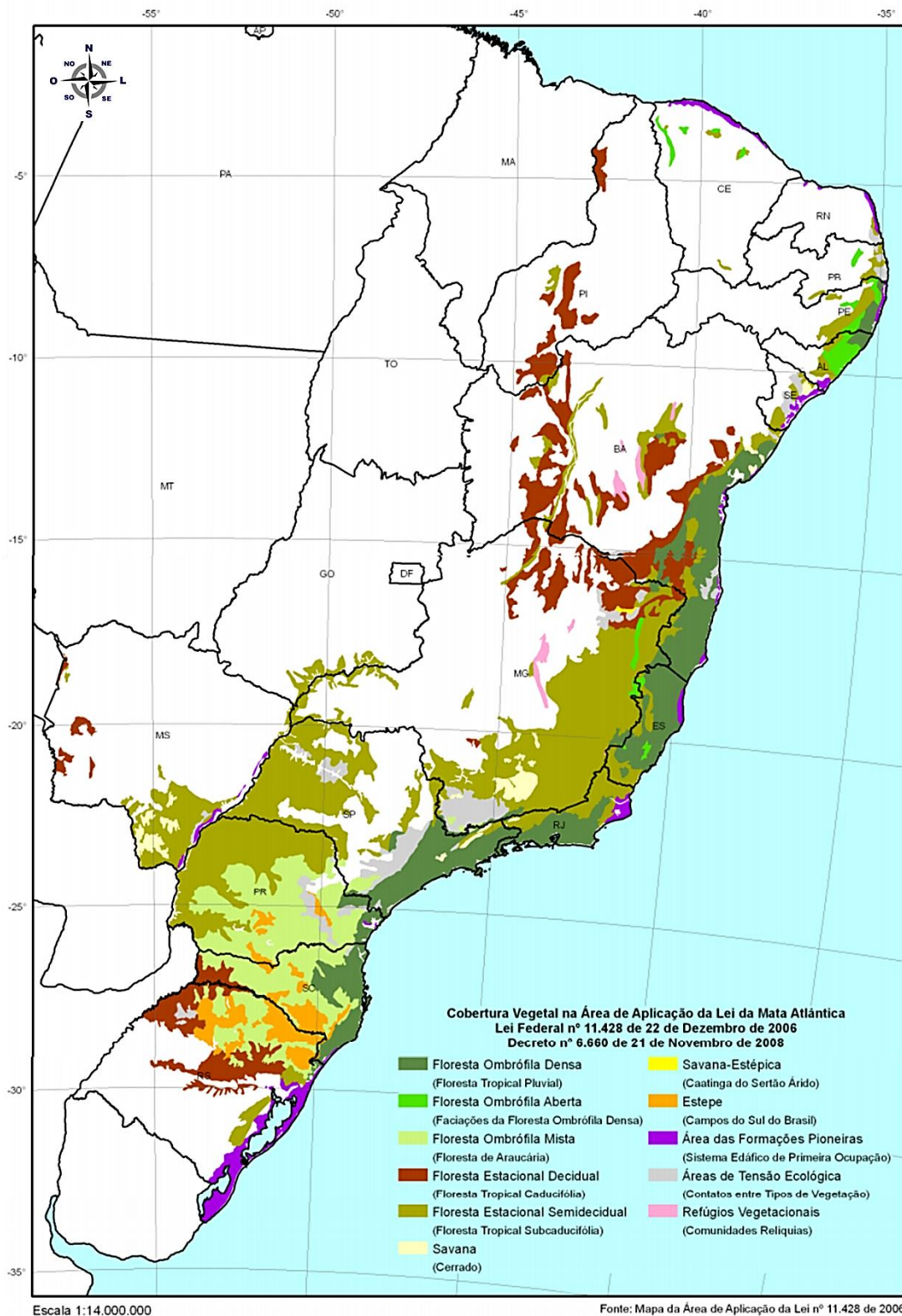
Tabela 3.2 - Histórico de desmatamento na Mata Atlântica.

Desmatamento observado	Total desmatado (ha)	Intervalo (anos)	Taxa anual (ha)
2012 a 2013	23.948	1	23.948
2011 a 2012	21.977	1	21.977
2010 a 2011	14.090	1	14.090
2008 a 2010	30.366	2	15.183
2005 a 2008	102.938	3	34.313
2000 a 2005	174.828	5	34.966
1995 a 2000	445.952	5	89.190
1990 a 1995	500.317	5	100.063
1985 a 1990	536.480	5	107.296

Fonte: SOSMA e INPE (2014).

As fitofisionomias que compreendem a Mata Atlântica de acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, apresentados na Figura 3.2, são observadas na faixa litorânea brasileira se estendendo do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, são compostas principalmente por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional à medida que interioriza o continente, Floresta Ombrófila Mista mais ao sul, além de apresentar ecossistemas costeiros de Mangues, Restingas e Mussunungas (IBGE, 1992; GUEDES et al., 2005).

Figura 3.2 – Extensão de fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica conforme Lei Federal 11428/2006, Decreto 6660/2008.



Fonte: SOS Mata Atlântica e INPE (2011).

De acordo com o relatório realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo INPE, foi definida uma área mínima de 3 hectares para o mapeamento, assumindo-se a visualização em tela na escala 1:50.000, tanto para as áreas alteradas (desflorestamentos) como para os fragmentos florestais delimitados (SOS Mata Atlântica/INPE, 2014). As proporções de áreas naturais (mangue, restinga arbórea e área natural de vegetação não florestal) e os remanescentes florestais do bioma, para o ano base 2016, estão apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Áreas em hectare e percentual (%) de Remanescentes florestais, Mangue, Restinga arbórea e áreas naturais não florestais em 2016.

UF	Área UF (10 ⁶ ha) LMA	RF 2016 (10 ⁴ ha)	RF (%)	ANNF (10 ⁴ ha)	ANNF (%)	Mangue (10 ⁴ ha)	Restinga Arbórea (10 ⁴ ha)	Total Natural (10 ⁴ ha)	Total natural (%)
AL	1,52	14,34	0,09	1,01	0,67	0,53	0,23	16,13	10,58
BA	17,98	201,45	0,11	40,29	2,24	7,26	3,55	252,57	14,04
CE	0,86	6,40	0,07	5,04	5,83	1,51	6,11	19,08	22,04
ES	4,60	48,35	0,10	7,76	1,69	0,73	1,29	58,15	12,62
GO	1,19	3,03	0,03	0,31	0,26	*	*	3,35	2,82
MG	27,62	283,60	0,10	36,94	1,34	*	*	320,54	11,60
MS	6,38	70,68	0,11	26,21	4,10	*	*	96,89	15,17
PB	0,59	5,49	0,09	0,32	0,55	1,15	0,07	7,04	11,76
PE	1,69	19,71	0,12	0,07	0,05	1,43	*	21,22	12,56
PI	2,66	90,52	0,34	2,00	0,75	0,38	0,96	93,87	35,27
PR	19,63	228,37	0,12	10,77	0,55	3,51	10,02	252,69	12,87
RJ	4,37	81,95	0,19	5,72	1,31	1,14	2,74	91,57	20,92
RN	0,35	1,22	0,03	3,68	10,49	1,23	2,09	8,23	23,46
RS	13,85	109,33	0,08	77,66	5,60	*	1,38	188,38	13,59
SC	9,57	220,49	0,23	55,47	5,79	1,20	5,94	283,12	29,57
SE	1,01	7,01	0,07	1,52	1,50	2,45	0,48	11,49	11,27
SP	17,07	234,64	0,13	17,38	1,02	2,60	23,01	277,65	16,26
Total	131,02	1.626,66	0,12	292,25	2,23	25,19	57,94	2.002,05	15,28

Legenda: *sem informação; UF=Unidade Federal; LMA=Área das Unidades Federais de acordo com a Lei da Mata Atlântica; RF=Remanescentes florestais; ANNF=Áreas naturais não florestais.

Fonte: Adaptado de SOS Mata Atlântica e INPE (2016).

O crescimento das atividades antrópicas tem modificado as paisagens tropicais. A expansão e a consolidação das fronteiras agrícolas levaram à condição atual dos fragmentos florestais remanescentes na Mata Atlântica, onde passaram a predominar pastagens, terras agrícolas e

áreas urbanas (TABARELLI et al., 2004). Os desmatamentos destinados a plantios, pastagens, extração de madeira e queimadas são alguns processos associados ao histórico de redução da área original da Mata Atlântica por cerca de dois séculos. Tais processos foram tão intensos que diversos esforços foram planejados e executados visando proteger os remanescentes florestais, além do reflorestamento como alternativa para conservar as espécies nativas do bioma (FONSECA, 1985). Os remanescentes florestais se apresentam como a porção da floresta original que não sofreu corte raso, ou seja, que permaneceu com as características naturais total ou parcialmente do bioma que o compreende (BRESOLIN et al., 2011).

No Brasil, uma análise histórica do processo de ocupação do território brasileiro realizada por Machado (1992), destaca-se o conceito de fronteira, o qual a autora descreve como um organismo vivo, moldada pelas ações dos proprietários e produtores, assim como das ações do estado que facilita o acesso a terra e impulsiona fluxos migratórios. Assim, a autora afirma que o Brasil passou por várias frentes de expansão: a primeira ocorreu em regiões próximas ao litoral, principalmente no sudeste, com o avanço da cafeicultura entre os séculos XIX e XX, para atender a demanda internacional. Assim a frente de expansão agrícola, em especial do café, parecia confirmar o padrão tradicional de desmatamento.

3.1.3. Características fisiográficas da área de estudo

O clima da área de estudo é do tipo Cwa, pela classificação de Köppen, o que indica um clima quente e úmido, com inverno e seco, sendo a temperatura média anual de 20°C, a temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C, e a precipitação média anual atinge 1.500 mm, (VASCONCELOS, 1992).

Quanto à geomorfologia, segundo Almeida (1964) a área de estudo está situada entre duas províncias geomorfológicas: o Planalto Atlântico, o qual abrange cinco zonas (Planalto do Paraitinga, Planalto da Bocaina,

Médio Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Planaltos de Campos de Jordão), e a Província Costeira (zona Serranias Costeiras). Pertencente ao complexo pré-cambriano, as altitudes da bacia entre as Serras da Mantiqueira e do Mar, chegam até 2500 e 800 m, com relevo suave na porção interior, variando de 560 a 650 m (COLUMBUS et al.,1980). Em termos geológicos, a área de estudo está situada no domínio morfoclimático de “mares de morros”, predominando formas residuais e curtas em sua convexidade, resultados da mamelonização, que se constituiu de processos de arredondamento e inclinação em terrenos cristalinos, formando superfícies aplainadas de cimeira ou intermontante (AB’SABER, 2000).

De acordo com o mapa na escala de 1:5.000.000 do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), a área de estudo é composta pelos tipos de solo: *Latossolos Vermelhos*, *Latossolos Vermelhos Amarelos*, *Argissolos Vermelhos-Amarelos*, *Cambissolos Hápicos*, *Cambissolos Húmicos*, *Gleissolos Melânicos* e *Espodossolos*.

3.2. Materiais

3.2.1. Série temporal de imagens Landsat

Para este estudo, foram utilizadas imagens dos sensores *Multispectral Scanner System* (MSS), *Thematic Mapper* (TM) referente ao Landsat-5 e *Operational Land Imager* (OLI) referente ao Landsat-8, obtidas em Sistema de Coordenadas Planas. As imagens dos sensores TM e OLI apresentam resolução espacial de 30m, enquanto as do sensor MSS apresentam resolução espacial 60m, sendo necessário realizar a reamostragem para 30m. As imagens apresentam projeção *Universal Transverse Mercator* (UTM) com Datum WGS 84, referentes ao produto *Landsat Surface Reflectance* em que as imagens são pré-processadas e apresentam valores de reflectância de superfície, disponíveis no acervo digital do *United States Geological Survey* (USGS) em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (USGS, 2018). Na Tabela 3.4, estão apresentadas as datas das imagens adquiridas.

Tabela 3.4 – Data de aquisição das imagens.

Sensor	Data de Aquisição		
MSS	16/02/1975		
	02/02/1981		
	31/08/1983	Subsídio para interpretação visual	
	01/08/1984		
	16/09/1986		
	09/09/1995	Utilizada na classificação	
TM	26/08/1996		
	13/08/1997		
	05/02/1998		
	04/09/1999		
	21/08/2000	Subsídio para interpretação visual	
	09/09/2001		
	04/03/2002		
	17/10/2003		
	29/06/2004		
	03/08/2005		
		06/08/2006	Utilizada na classificação
		08/07/2007	
		20/03/2008	
OLI	02/11/2009		
	14/06/2010		
	05/09/2011	Subsídio para interpretação visual	
	10/09/2013		
	02/12/2014		
	31/08/2015		
	07/12/2016		
	10/12/2017		
	23/08/2018	Utilizada na classificação	

Para o processamento digital de imagens foram utilizadas as cenas referentes aos anos 1995 e 2006, devido à disponibilidade do censo agropecuário para essas datas. Para a data mais atual, cenas do ano de 2018 foram utilizadas, cuja classificação resultante foi validada a partir de dados coletados em campo.

3.2.2. Estatísticas agrícolas e demográficas

Foram obtidos dados de censos agrícolas/demográficos e estatísticas agrícolas, para análise e identificação dos principais processos associados à dinâmica de uso e cobertura da terra. As principais estatísticas agrícolas e demográficas são produzidas e fornecidas pelo

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram utilizados neste trabalho:

- Dados dos censos agropecuários dos anos de 1995-96, 2006 e 2017. É importante salientar que os dados do censo agropecuário 2017 são resultados preliminares sujeitos a mudanças conforme divulgado pelo IBGE (IBGE, 2018). Os censos agropecuários foram obtidos em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>.
- Dados dos censos demográficos dos anos de 1991, 2000 e de 2010. Segundo IBGE (2018), os censos populacionais produzem informações importantes para a definição de políticas públicas e a tomada de decisões de investimento, sejam eles provenientes da iniciativa privada ou de qualquer nível de governo, e constituem uma fonte de referência sobre a situação de vida da população nos municípios e em seus recortes internos, como distritos, bairros e localidades, rurais ou urbanas. Os censos demográficos foram obtidos em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/cultura-recreacao-e-esporte/9662-censo-demografico-2010>.
- Dados dos levantamentos anuais da Produção Agrícola Municipal (PAM), obtidos em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>, compreendendo os principais produtos das lavouras temporárias e permanentes do País, caracterizados pela importância econômica que possuem (IBGE, 2018);
- Dados dos levantamentos anuais da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS): os resultados constituem a principal fonte de estatísticas sobre o acompanhamento sistemático da exploração dos recursos florestais em todo o Território Nacional, fornecendo informações estatísticas sobre

quantidade e valor dos principais produtos obtidos através do processo de exploração dos recursos florestais nativos, denominado como extrativismo vegetal, bem como, quantidade e valor dos principais produtos da silvicultura, ou seja, produtos provenientes da exploração de maciços florestais plantados (IBGE, 2018). Os dados da PEVS foram obtidos em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/>.

- Dados dos levantamentos anuais da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), incluindo efetivos dos rebanhos e as produções de origem animal, constituindo, assim, a principal fonte de estatísticas desse segmento econômico (IBGE, 2018). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/>.

As estatísticas PAM, PEVS e PPM incluem dados de 1974 a 2016. Para compreender melhor a dinâmica do setor florestal também foram consultados os anuários estatísticos disponíveis no site do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/>. O IPEF foi criado em 1968, sendo uma associação que visa o planejamento, a implementação e a coordenação de ações e o gerenciamento de recursos florestais, por meio de análises e pesquisas (IPEF, 2018).

Desta forma, buscou-se identificar grupos de municípios com lógicas socioeconômicas semelhantes, ou seja, as principais atividades de agropecuária, silvicultura, serviços ou indústrias que podem estar atreladas aos processos de mudança da cobertura e uso da terra, em especial à cobertura florestal.

3.2.3. Dados complementares

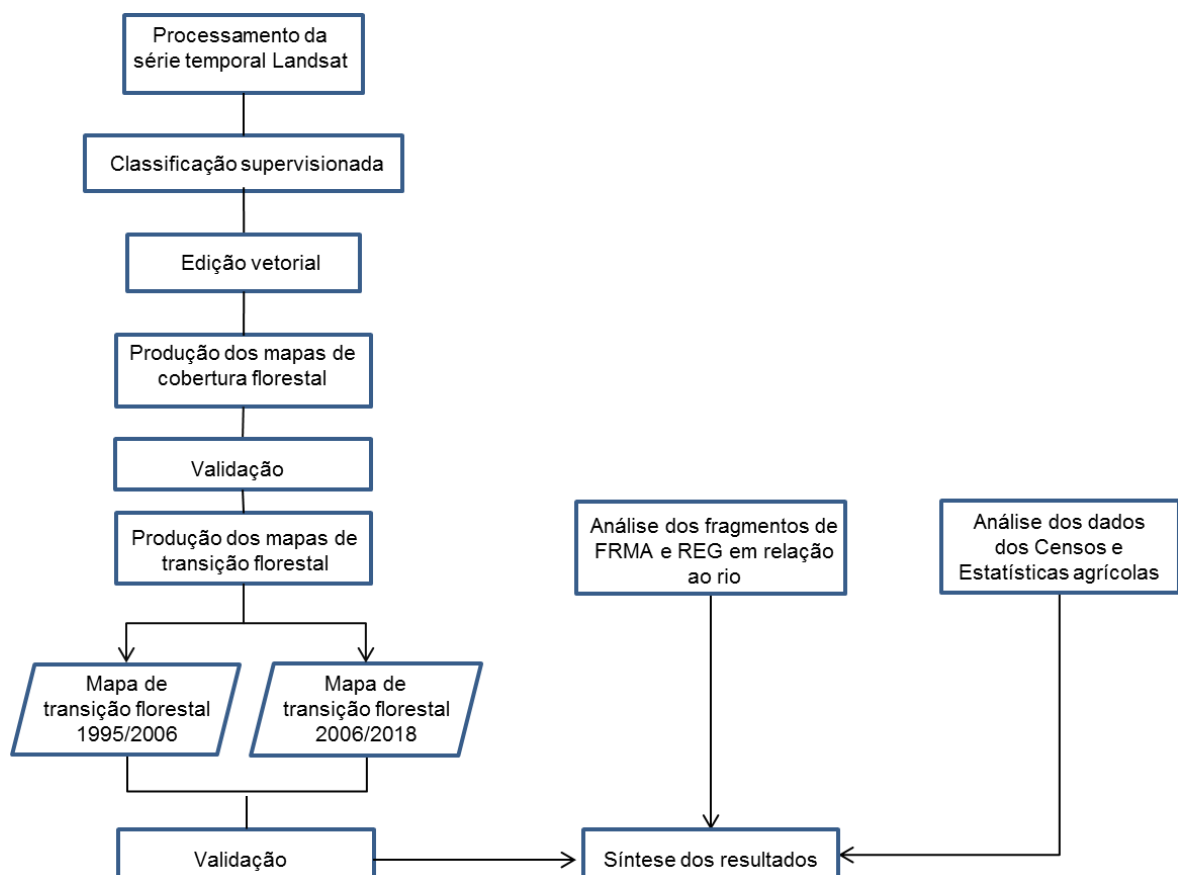
Para fins de comparação durante o processo de classificação das imagens, foram utilizados os mapas de remanescentes florestais disponíveis em arquivo *shapefile* gerados pela Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, disponível em <http://mapas.sosma.org.br/>. Desta forma,

a base da SOSMA foi usada para orientar na distinção entre as classes de fisionomias florestais. Também foram utilizadas bases cartográficas em formato *shapfile* obtidas no acervo do IBGE (<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>). As malhas usadas foram drenagem, limites municipais, limites estaduais, bacias hidrográficas, entre outros.

3.3 Métodos

A metodologia empregada no trabalho foi dividida em dois fluxogramas metodológicos, mostrados nas Figuras 3.3 e 3.4. Na etapa de processamento das imagens, foi realizada uma classificação supervisionada para obtenção dos mapas de cobertura florestal (1995, 2006 e 2018). Posteriormente, foi realizada uma detecção de mudanças para geração dos mapas de transição florestal (1995-2006 e 2006-2018).

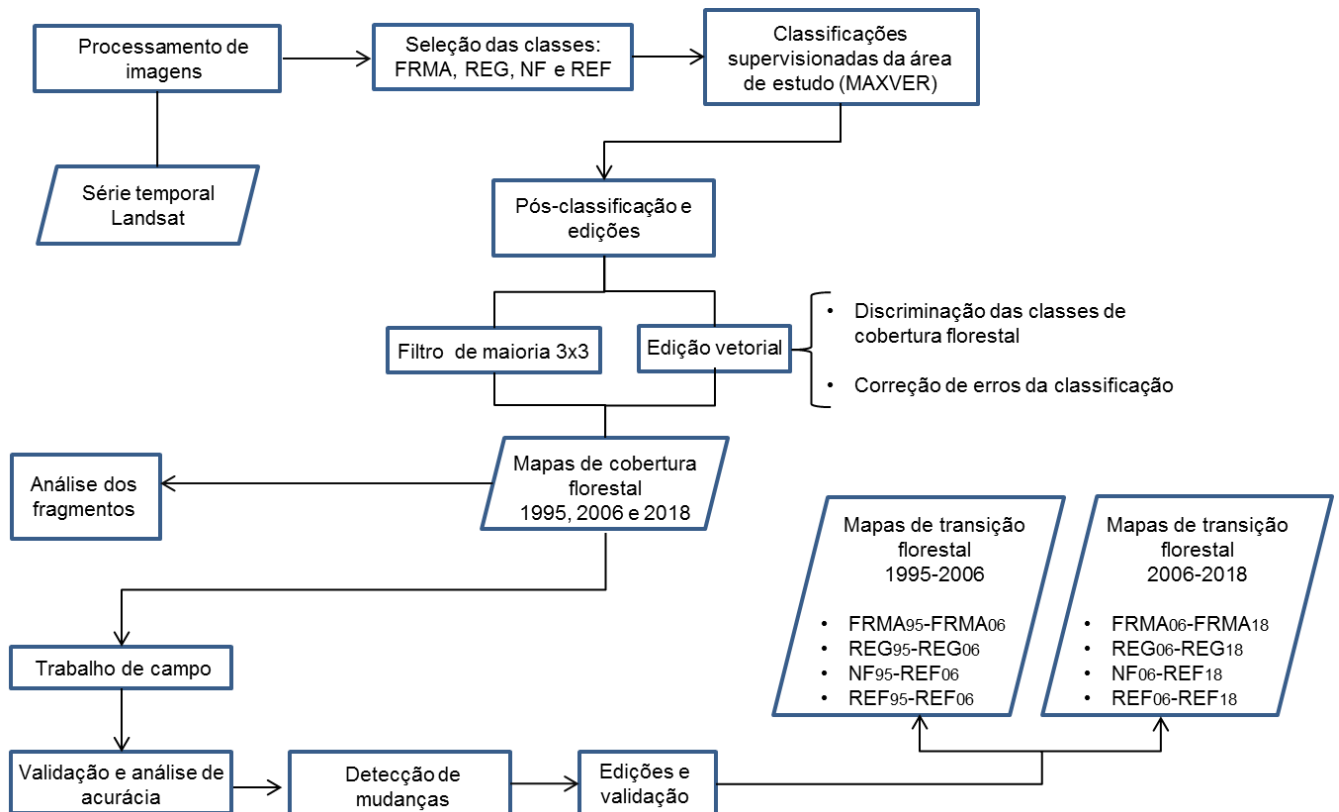
Figura 3.3 – Etapas da metodologia de trabalho.



3.3.1 Processamento de imagens

A etapa de processamento das imagens visa realizar a classificação supervisionada para obtenção dos mapas de cobertura florestal, seguida pela pós-classificação para eliminação de ruídos e edições dos arquivos vetoriais. A Figura 3.4 detalha as etapas de processamento das imagens.

Figura 3.4 – Etapas do processamento de imagens.



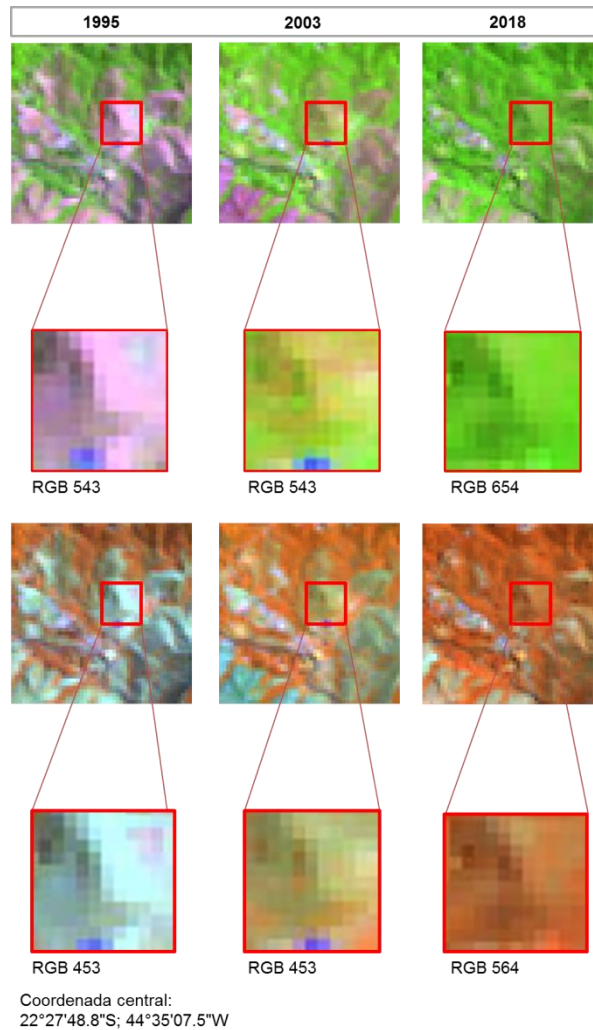
A confusão espectral comum entre classes de cobertura florestal era um fator limitante já previsto neste estudo, tornando a regeneração difícil de ser detectada na classificação. Assim, foi necessária uma análise temporal e edição das classes para mapear as áreas de regeneração. É importante ‘olhar para o passado’ buscando diagnosticar as mudanças nas áreas florestais. Neste estudo, a interpretação visual foi fundamental para discriminar as classes de cobertura florestal. A escolha pelo MAXVER se deve a sua simplicidade e praticidade, visto que o trabalho de edição vetorial seria inerente ao estudo independentemente do classificador utilizado.

O classificador de máxima verossimilhança (MAXVER) foi utilizado para a geração dos mapas de cobertura florestal. Foram coletadas amostras de treinamento para as classes de cobertura florestal e não florestal. As classes como área urbana, pasto, agricultura, água, entre outros, foram agrupadas posteriormente em uma única classe denominada Não-floresta (NF). Na etapa de pós-classificação foi aplicado o filtro de maioria 3x3 para eliminar ruídos e homogeneizar as classes. Os resultados das classificações dos anos 1995, 2006 e 2018 foram convertidos para arquivo vetorial e editados. A série temporal serviu como subsídio para identificar e mapear, principalmente, as áreas de regeneração florestal. Para refinar a classificação, foi realizada uma segunda edição vetorial das classes dentro de 100 quadrados de 16 km² distribuídos aleatoriamente na área de estudo. Ao final, os mapas de cobertura florestal contemplaram as classes: FRMA (Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica), REG (Regeneração), NF (Não-Floresta) e REF (Reflorestamento). As classificações de cobertura florestal foram validadas com os dados de campo e posteriormente foi realizada a análise de acurácia dos mapas, cuja etapa será mais detalhada na Seção 3.3.2.

Para discriminar áreas de regeneração e de remanescentes florestais nos três anos analisados, foi necessário investigar ao longo da série temporal se em algum momento houve alteração na vegetação. Por exemplo, seguindo as lógicas presença/ausência/presença ou ausência/presença/presença assim por diante, era identificada a regeneração. Se fosse observado que a área permaneceu intacta ao longo dos anos, seguindo a lógica presença/presença/presença, era considerada como remanescente de Mata Atlântica. Um exemplo da lógica ausência/presença/presença pode ser observado na Figura 3.5 em duas composições coloridas (SWIR-NIR-Red e NIR-SWIR-Red). A composição NIR-SWIR-Red foi utilizada para diferenciar áreas de reflorestamento das outras classes, visto que nesta composição os talhões são realçados em tons alaranjados mais claros de textura lisa,

enquanto os demais tipos de vegetação apresentam tons alaranjados mais escuros e de textura rugosa mais evidente.

Figura 3.5 – Exemplo de áreas de regeneração em imagens Landsat TM e OLI.



Na Figura 3.5, é possível observar a recomposição gradual da vegetação, porém, para afirmar que havia regeneração em 2018, foi necessário analisar todos os anos entre 1995 e 2018. Ao comparar a área regenerada com a área de remanescentes de Mata Atlântica, observamos a semelhança entre as essas classes nas diferentes composições coloridas, demonstrando a dificuldade de discriminá-las analisando a imagem de um ano isoladamente e a importância de trabalhar com uma série temporal relativamente longa.

O processo de edição vetorial foi a etapa mais demorada e onerosa, tendo como objetivos: identificar e mapear áreas de regeneração, corrigir

erros de classificação, corrigir efeito de borda nos polígonos. Tais processos exigiram uma análise minuciosa ano a ano, verificando cada *pixel* a fim de corrigir o máximo de erros possíveis.

Por fim, foram calculadas as áreas das classes (FRMA, REG, NF e REF) para a área de estudo para cada ano. Também foi analisada a distribuição das frações de cobertura florestal por município, onde foram calculadas as áreas de FRMA, REG e REF em hectares para cada município. Para calcular a taxa de variação das áreas das classes utilizou-se a Equação 3.1.

$$Variação = \left(\frac{Ano\ recente}{Ano\ anterior} \right) - 1) * 100 \quad (3.1)$$

3.3.2 Análise de acurácia dos mapas

Segundo Congalton e Green (1999), a matriz de confusão também é chamada de matriz de erros. É uma matriz quadrada que expressa a relação do número de unidades de amostra atribuída a uma categoria particular de duas classificações. De acordo com Foody (2002), a matriz de confusão fornece a base para descrever a precisão da classificação e caracterizar os erros. De uma matriz de confusão podem ser derivadas várias medidas de precisão da classificação, sendo a exatidão global uma das mais conhecidas. Seguindo os critérios para a construção da matriz de confusão, a avaliação da acurácia pode ser obtida por meio de índices de concordância, como o índice *Kappa* (*K*), estimado conforme a Equação 3.2 (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2007; PASSO, 2014; VIEIRA, 2005).

$$K = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \quad (3.2)$$

Onde P_o é a exatidão global (proporção de unidades que concordam); e P_c é proporção de unidades que concordam por casualidade, representada pela Equação 3.3.

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^M n_{i+i}}{N^2} \quad (3.3)$$

Onde M é o número de classes; n_{i+} é o total de elementos classificados para uma categoria i ; n_{+i} é o total de elementos de referência amostrados para uma categoria; e N é o número de amostras.

Em uma matriz de confusão, a frequência observada na diagonal (n_{ii}) representa os elementos classificados corretamente. A coluna marginal (n_{i+}) representa o total de elementos classificados para uma categoria i . A linha marginal (n_{+i}) representa o total de elementos de referência amostrados para uma categoria i . O exemplo da estrutura de uma matriz de confusão é mostrado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Estrutura de uma matriz de confusão.

		j = colunas (Referência)			Total de linhas n_{i+}
		1	2	k	
i = Linhas (Classificação)	1	n_{11}	n_{12}	n_{1k}	n_{1+}
	2	n_{21}	n_{22}	n_{2k}	n_{2+}
	k	n_{k1}	n_{k2}	n_{kk}	n_{k+}
Total de colunas n_{+i}		n_{+1}	n_{+2}	n_{+k}	n

Fonte: Adaptada de Congalton & Green (1999).

Cohen (1960) define *Kappa* como um coeficiente de concordância entre dados da classificação e verdade de campo para escalas nominais. Desta forma, o Índice *Kappa* representa a concordância entre a classificação e a realidade de campo ou entre duas classificações. Ele estima a concordância esperada a *posteriori*, ou seja, a concordância esperada somente poderá ser determinada após a construção da matriz de confusão (BERNARDES et al., 2006).

Para validar as classificações de 1995 e 2006, foram geradas aleatoriamente 160 amostras de 2 km² para cada ano, em que foram produzidos os mapas de referência por meio da interpretação visual. Para o mapa de 2018, a validação foi feita utilizando os dados coletados em campo, que será detalhado na Seção 3.3.4. Assim, o *Kappa* foi estimado para cada ano de classificação, também foram gerados a matriz de

confusão, a exatidão total e os erros de omissão e comissão foram computados utilizando o *software* Envi.

3.3.3 Detecção de mudanças da cobertura florestal

De acordo com Mather e Needle (1998) e Rudel (2010), a teoria da transição florestal propõe que a perda florestal em uma região pode declinar e ser acompanhada pela regeneração florestal, resultando em um aumento líquido na área florestal, podendo ocorrer em combinação com outros processos de mudança do uso da terra.

Neste trabalho, o intuito é identificar áreas que mantêm a mesma classe nos períodos inicial e final, e as áreas em que as classes são convertidas em outras no período final. A aplicação do termo ‘transição’ mesmo para classes que se mantêm nos dois períodos é comum entre os modelos que consideram probabilidades de mudanças de cobertura da terra.

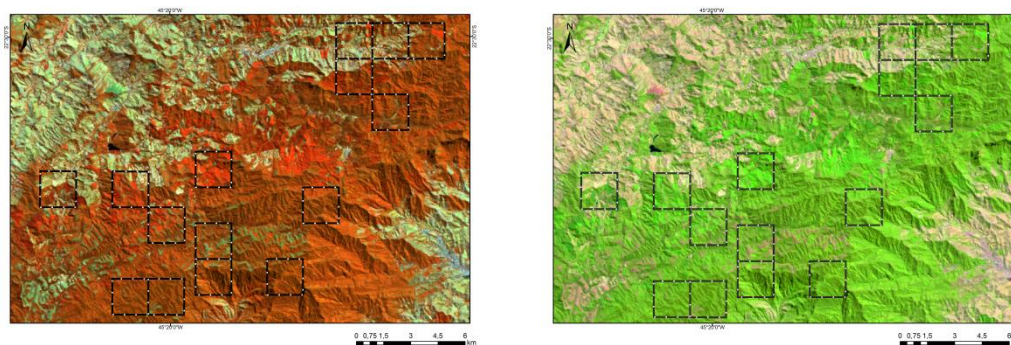
Para gerar os mapas de transição florestal, foi realizada uma álgebra de mapas entre os mapas dos anos 1995/2006 e 2006/2018, por meio da função “detecção de mudanças” gerada automaticamente pelo *software* Envi. Os resultados foram convertidos em dados vetoriais para edições das áreas de transição, distinguindo-se, para os períodos 96-06, 06-18, classes de transição, sendo: i) áreas de manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₉₅-FRMA₀₆ e FRMA₀₆-FRMA₁₈); ii) manutenção de áreas de regeneração ou transição de cobertura não florestal para regeneração (REG₉₅-REG₀₆ e REG₀₆-REG₁₈); iii) áreas de manutenção do estado de reflorestamento (REF₉₅ e REF₀₆/REF₀₆-REF₁₈); e iv) áreas de transição da cobertura não florestal para áreas de reflorestamento (NF₉₅-REF₀₆ e NF₀₆-REF₁₈).

3.3.4 Trabalho de campo

Os pontos de visita foram escolhidos a partir da seleção de 160 amostras aleatórias de 2 km² geradas em ambiente SIG. Posteriormente, uma análise prévia do trajeto foi realizada utilizando o *software* Google Earth, a rota mais viável foi delineada de forma que fosse possível visitar o

máximo de amostras possíveis. A rota preliminar e as coordenadas coletadas do Google Earth foram transferidas para o GPS de navegação. Para melhor orientação em campo, além de salvar as rotas alternativas durante o trabalho de campo, foi utilizado o *software* Global Mapper. Nesse *software* foram plotados tanto a imagem Landsat de 2018 nas composições coloridas SWIR-NIR-Red e NIR-SWIR-Red, quanto os polígonos das amostras a serem visitadas. Ao todo, foram coletados 595 pontos com GPS em campo, os quais auxiliaram a validar a classificação de 2018. A visita em campo ocorreu entre os dias 23 e 30 de setembro de 2018. A duração do trabalho foi aproximadamente de 9h/dia, sendo o trajeto total percorrido equivalente a 801,41 km. Para melhor orientação no campo, além do GPS, foram produzidos mapas da área de estudo impressos na dimensão de uma folha A2. Para gerar os mapas de validação, foram desenhados os croquis das amostras, sendo utilizadas cerca de 70 cartas-imagem impressas na escala 1:55.000 em folha A4 (Figura 3.6) e folhas de papel vegetal. As classes observadas em campo eram comparadas com a carta-imagem impressa, e desenhadas nos croquis sobre a folha vegetal sobreposta à carta-imagem. Os pontos coletados com GPS serviram como subsídio tanto para auxiliar na produção dos mapas dos croquis como para validação da classificação da cobertura florestal de 2018. Foram utilizados os *softwares* Global Mapper e Track Maker para tratamento dos dados de GPS.

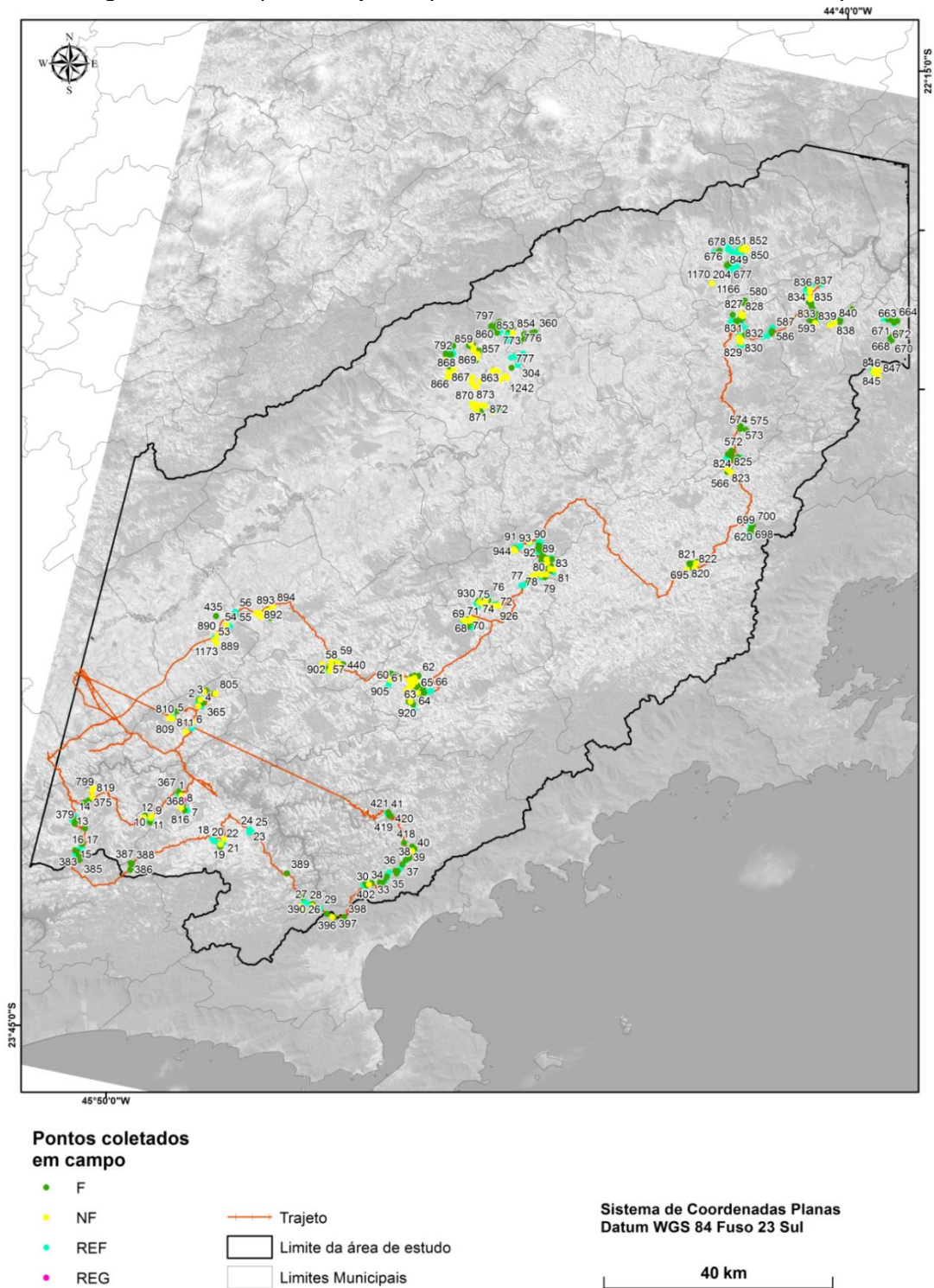
Figura 3.6 – Exemplo de carta imagem impressa.



Os croquis foram digitalizados e vetorizados em arquivo *shapefile* como dados de saída no *software* ArcGis. Em seguida, os arquivos foram convertidos em raster para validar a classificação de 2018. O mapa de

2018 foi recortado pela máscara das amostras de validação, sendo calculada a matriz de confusão e estimados o índice Kappa e a Exatidão total. A Figura 3.7 mostra os pontos coletados em campo e o trajeto percorrido (Ver Tabela A.1 – Apêndice A).

Figura 3.7 – Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo.



Fonte: F=Floresta; NF=Não-floresta; REF=Reflorestamento; REG=Regeneração.

3.3.5. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal (LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012). O conceito legal de APP relaciona tais áreas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). As faixas de APP variam conforme a largura dos rios.

Para avaliar a distribuição dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica e de fragmentos de regeneração em relação ao rio mais próximo, foram gerados buffers de diferentes tamanhos. A malha de drenagem utilizada possui escala de 1:50.000, obtida do banco de dados da Coordenadoria de Planejamento Ambiental do Estado de São Paulo (Disponível para download em: <https://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/mapa-da-rede-de-drenagem-do-estado-de-sao-paulo/>). Neste estudo foram gerados buffers com as larguras: ≤ 10 m, 10-30 m, 30-50 m, 50-100 m e ≤ 200 m. Por meio da ferramenta de intersecção foi possível calcular a área dos fragmentos de FRMA e de REG dentro dos *buffers*.

3.3.6 Análise dos dados dos censos

Para investigar como as mudanças de uso e cobertura da terra estão associadas à modificação da cobertura florestal na área de estudo, foram analisados os dados dos censos agropecuários (1995/96 e 2006) e censos demográficos (1991, 2000 e 2010). Foram analisadas as populações totais, urbanas e rurais dos municípios.

Também foram analisadas estatísticas de agricultura, pecuária e de silvicultura, em escala de município e o total para a área de estudo. Desta forma, a análise a partir de variáveis como culturas temporárias e permanentes, silvicultura, efetivo de rebanho, e renda associada a

indústrias e serviços, foi possível analisar onde acontecem e quais os principais processos associados ao ganho e à perda florestal. Os indicadores analisados foram: área colhida e quantidade produzida de lavouras permanentes, temporária e de silvicultura. Também foram analisados dados de efetivo rebanho total e de produtos de origem animal, como número de cabeças, número de estabelecimentos e valor de produção animal. Além disso, foram avaliados os dados referentes a valor adicionado bruto associado a indústrias, serviços e agropecuárias, tipo de produto da silvicultura.

4. RESULTADOS

4.1. Classificação da cobertura florestal

Os mapas de cobertura florestal para os anos 1995, 2006 e 2018 estão apresentados na Figura 4.1. Os mapas contemplam as classes de Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica (FRMA), Regeneração (REG), Não-floresta (NF) e Reflorestamento (REF). No geral, a área de cobertura florestal total apresentou aumento líquido de 14.767ha (+4,8%) entre 1995 e 2018.

As áreas dessas classes para cada ano são apresentadas na Tabela 4.1, incluindo também as variações entre os anos de 1995 e 2006, 2006 e 2018, e 1995 e 2018. Entre 1995 e 2018, observou-se redução de 26.845ha (-9,7%) na área total de Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica (FRMA), enquanto as áreas de Regeneração (REG) e de Reflorestamento (REF) cresceram, respectivamente, 1.575ha e 40.037ha (+4.157,3% e +142,2%). As áreas de Não-floresta (NF) reduziram 14.775 hectares (-1,9%).

Figura 4.1 – Mapa do trajeto e pontos de coleta do trabalho de campo.

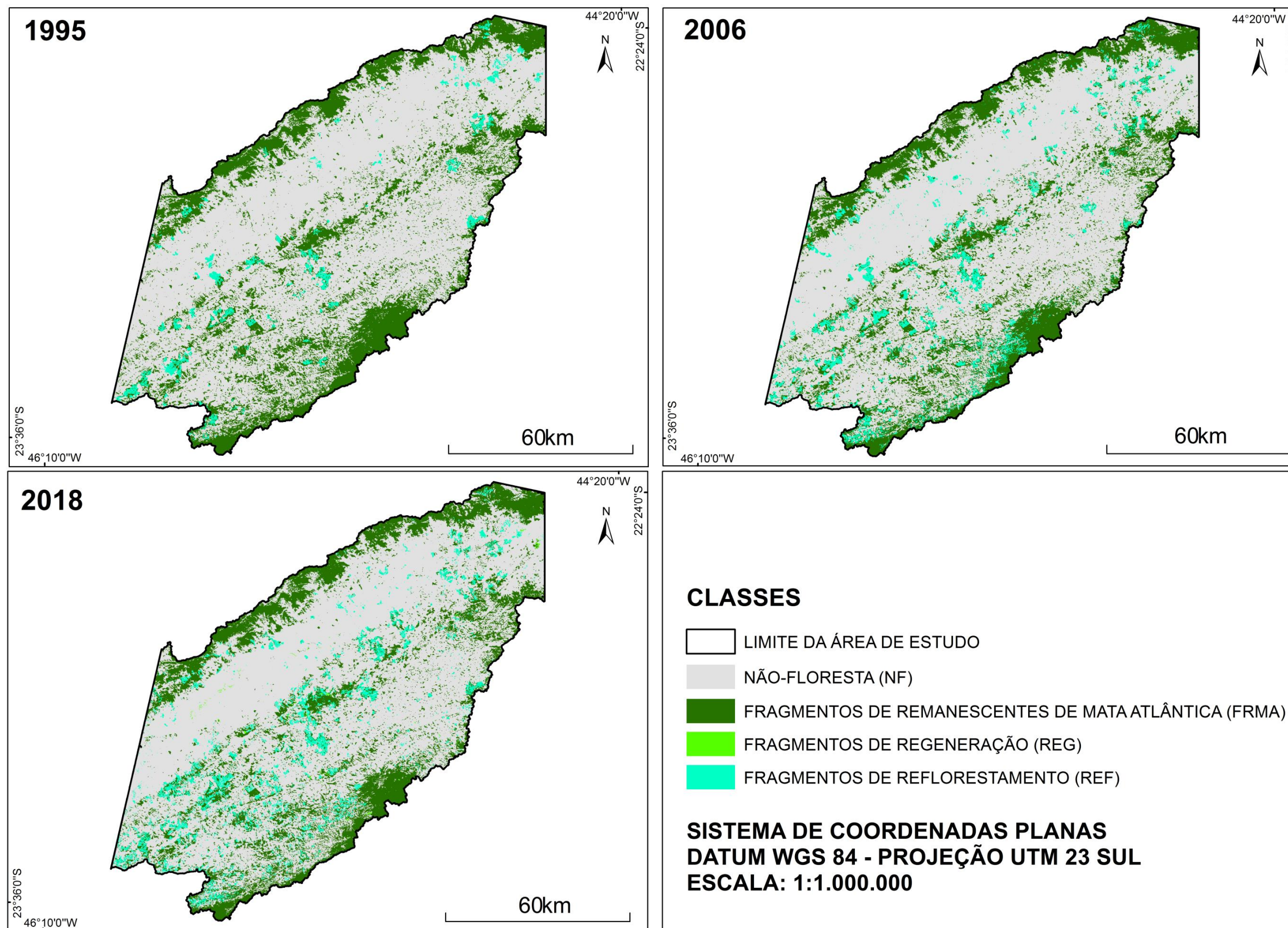


Tabela 4.1 – Área das classes de uso e cobertura da terra em 1995, 2006 e 2018.

Classes	1995		2006		2018		Variação (%) 1995-2006	Variação (%) 2006-2018	Variação (%) 1995-2018
	Área (ha)	Fração da área total (%)	Área (ha)	Fração da área total (%)	Área (ha)	Fração da área total (%)			
FRMA	277.725,3	25,5	252.408,9	23,2	250.879,6	23,1	-9,1%	-0,6%	-9,7%
REG	37,9	0	66,1	0	1.613,5	0,1	74,4%	2.341,0%	4.157,3%
NF	781.205,1	71,9	774.324,3	71,2	766.429,7	70,5	-0,9%	-1,0%	-1,9%
REF	28.152,3	2,6	60.196,6	5,5	68.189,7	6,3	113,8%	13,3%	142,2%

Legenda: FRMA: Fragmentos de Remanescente de Mata Atlântica; REG: Regeneração; NF: Não-floresta; REF: Reflorestamento.

A perda líquida na classe FRMA ocorreu gradativamente ao longo do período analisado, acompanhada do crescente ganho líquido na cobertura de áreas reflorestadas, principalmente a partir de 2006 em que o reflorestamento aumentou em 113,8% em relação a 1995, seguido do aumento de 13% entre 2006 e 2018. Apesar de a variação percentual da área de REG ter sido significativa entre 1995 e 2018 (4.157%), a contribuição da mesma para a área total de cobertura florestal foi relativamente modesta. A matriz de confusão para 1995 é mostrada na Tabela 4.2, incluindo os erros de omissão e comissão. O coeficiente Kappa estimado para o mapa de cobertura florestal para o ano de 1995 foi de 0,75. A exatidão total de 88,98% está dentro do patamar estabelecido por Jensen (1986), de 85%.

Tabela 4.2 – Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 1995.

Matriz de confusão (pixels)	Referência					Erro de Comissão (%)
	FRMA	REG	NF	REF	TOTAL	
FRMA	144689	252	28211	12488	185640	22,1
REG	6	265	6	0	277	4,3
NF	26043	14	461493	3727	491277	6,1
REF	5700	5	1096	19928	26729	25,5
TOTAL	176438	536	490806	36143	703923	-
Erro de Omissão (%)	18,1	50,6	5,9	44,9	-	-
Exatidão Global:						88,98%
$\hat{\kappa}$:						0,75 ± 0,02
						N: 703923
Matriz de confusão (%)	Referência					
	FRMA	REG	NF	REF		
FRMA	82,01	47,01	2,08	12,82		
REG	0,00	49,44	0,00	0,00		
NF	14,76	2,61	96,91	10,50		
REF	3,23	0,93	1,01	76,68		

Os erros de comissão mostram os pontos que foram indevidamente incluídos em uma categoria. Enquanto os erros de omissão se referem a uma definição imperfeita da categoria e a comissão se refere a uma delimitação excessiva da categoria (FERREIRA et al., 2007).

A maior porcentagem do erro de comissão no mapa de 1995 ocorreu na classe REF (25,5%), o que pode estar relacionado à confusão espectral entre as classes de cobertura florestal REG e FRMA, principalmente. O maior erro de omissão ocorreu na classe REG (50,6%), em que grande parte dos *pixels* foi classificada como FRMA (47,01%). A classe que apresentou os menores erros de comissão e omissão foi NF (6,1 e 5,9%, respectivamente).

Para o mapa de 2006, a exatidão total foi 88,47% e o Kappa estimado foi equivalente a 0,77. A matriz de confusão e os erros de comissão e omissão podem ser observados na Tabela 4.3. Pode-se observar que o erro de comissão foi maior para a classe REF (22,8%), em que houve maior confusão com a classe FRMA (4,83%) e REG (4,12%), o que também pode ser explicado pelas semelhanças espectrais entre essas classes. Enquanto que o erro de omissão foi maior para a classe REG (46%), em que grande parte dos *pixels* foi classificada como FRMA (40,24%). No entanto, o menor erro de comissão ocorreu na classe REG (6,29%). O menor erro de omissão ocorreu na classe NF, com apenas 2,6%.

Tabela 4.3 – Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2006.

Matriz de confusão (pixels)	Referência					Erro de Comissão (%)
	FRMA	REG	NF	REF	TOTAL	
FRMA	151918	967	9465	6607	168957	10,1
REG	47	1297	39	1	1384	6,3
NF	45946	40	424849	5520	476355	10,8
REF	10039	99	1841	40470	52449	22,8
TOTAL	207950	2403	436194	52598	699145	-
Erro de Omissão (%)	27,0	46,0	2,6	23,1	-	-
Exatidão Global:						88,47%
κ :						0,77 ± 0,01
						N: 699145
Matriz de confusão (%)	Referência					
	FRMA	REG	NF	REF		
FRMA	73,06	40,24	2,17	12,56		
REG	0,02	53,97	0,01	0,00		
NF	22,09	1,66	97,40	10,49		
REF	4,83	4,12	0,42	76,94		

A Tabela 4.4 mostra a matriz de confusão referente ao mapa de 2018, apresentando um coeficiente Kappa estimado de 0,69. A exatidão total do mapa foi de 83,83%.

Os maiores erros de comissão e omissão ocorreram novamente na classe REG (82,9 e 98%, respectivamente), devido à confusão espectral com a classe FRMA. A classe NF apresentou o menor erro de omissão com apenas 5,6%, assim como nos anos anteriores. A maior separabilidade da classe NF é decorrente do comportamento espectral dos alvos contidos na mesma, apresentando menor confusão espectral em relação às classes de cobertura florestal.

Tabela 4.4 – Matriz de Confusão da classificação e Índice de Concordância Kappa da classificação de cobertura florestal de 2018.

Matriz de confusão (pixels)	Referência					Erro de Comissão (%)
	FRMA	REG	NF	REF	TOTAL	
FRMA	134262	1008	9353	8484	153107	12,3
REG	313	97	147	12	569	82,9
NF	44684	3174	373567	19935	441360	15,4
REF	7857	626	12611	52922	74016	28,5
TOTAL	187116	4905	395678	81353	669052	-
Erro de Omissão (%)	28,3	98,0	5,6	34,9	-	-
Exatidão Global:						83,83%
κ :						0,69 ± 0,02
						N: 609052
Matriz de confusão (%)	Referência					
	FRMA	REG	NF	REF		
FRMA	71,75	20,55	2,36	10,43		
REG	0,17	1,98	0,04	0,01		
NF	23,88	64,71	94,41	24,5		
REF	4,2	12,76	3,19	65,05		

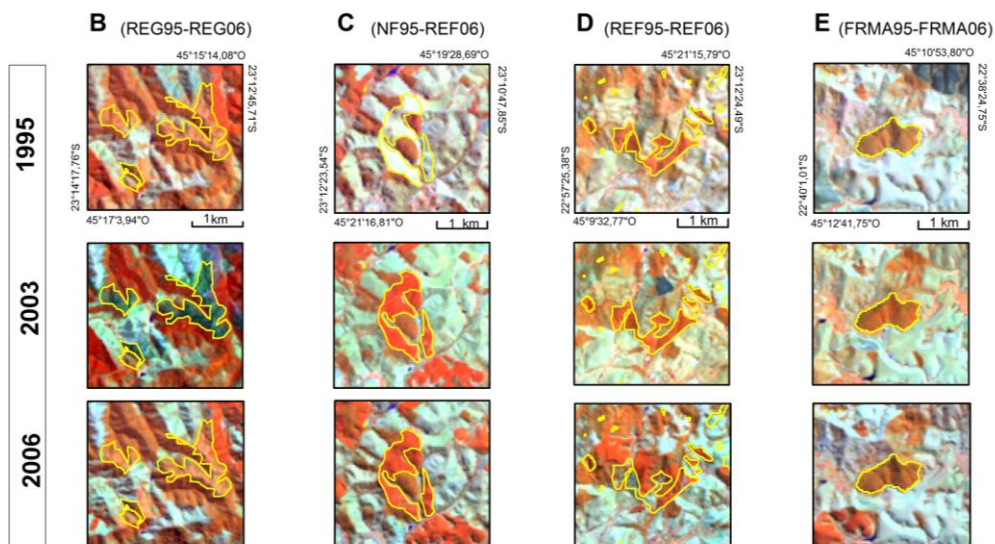
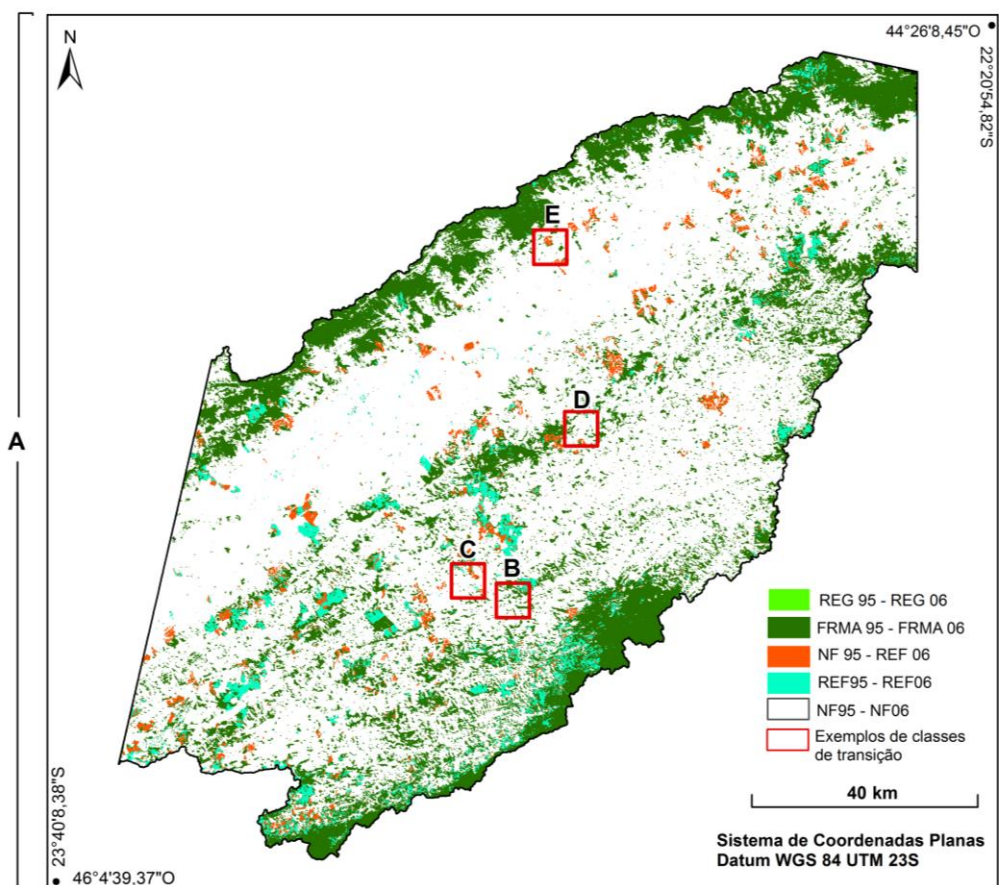
4.2. Avaliação das mudanças de cobertura florestal

Os mapas das áreas de mudanças de cobertura florestal para os períodos I (1995-2006) e II (2006-2018) são apresentados nas Figuras 4.2 e 4.3, respectivamente. Na Tabela 4.5, são apresentadas as variações das áreas das classes de transição florestal para os períodos I e II, como as áreas de manutenção de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA-FRMA), áreas de manutenção da regeneração ou da transição de cobertura não florestal para regeneração (REG-REG), a conversão da cobertura não florestal para áreas de Reflorestamento (NF-REF) e a manutenção do estado de reflorestamento (REF-REF).

Tabela 4.5 – Área ocupada das classes de transição nos períodos I e II.

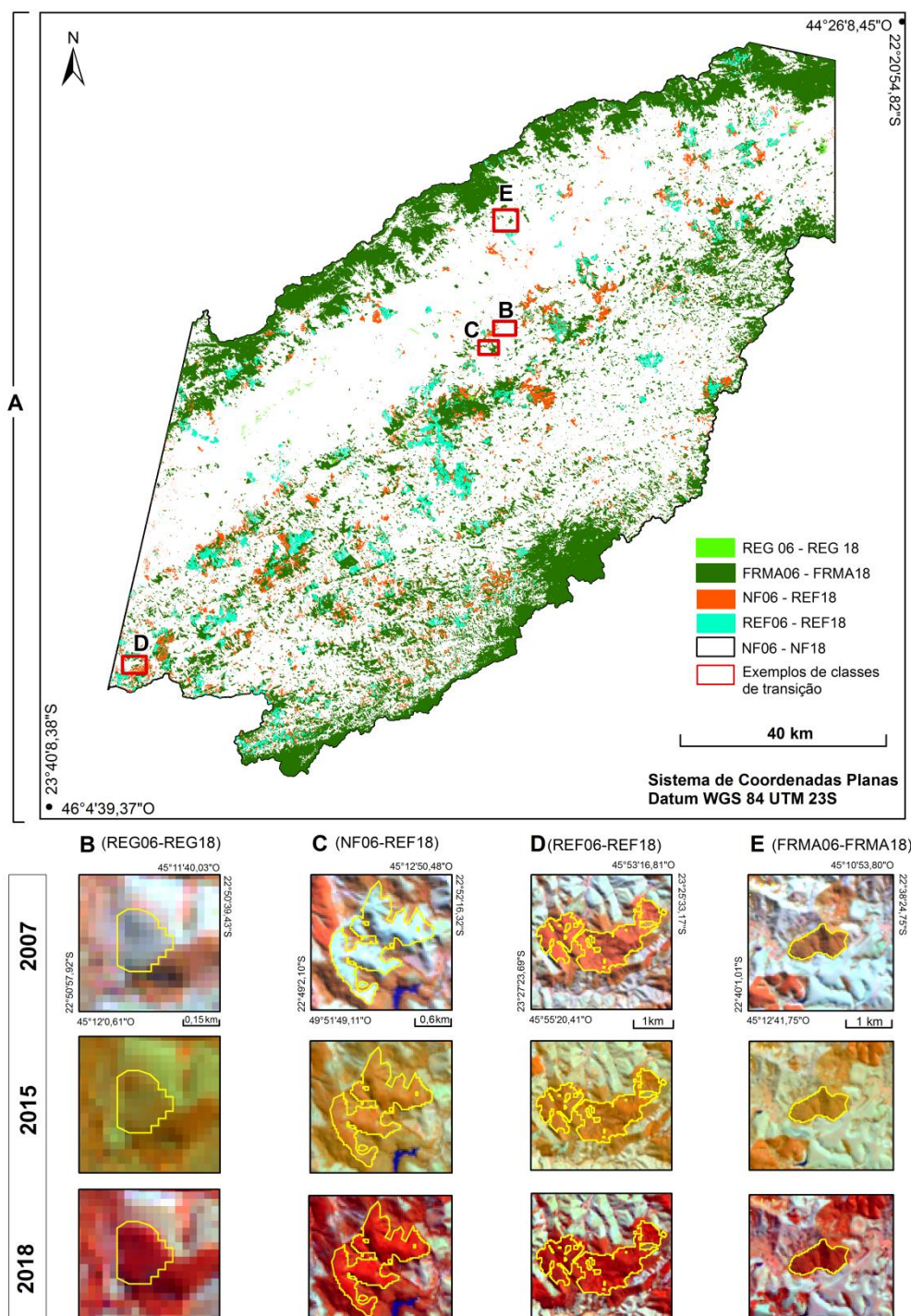
	1995-2006		2006-2018		Variação (%)
	Área (ha)	Fração da área de estudo/fração da área de cobertura florestal (%)	Área (ha)	Fração da área de estudo/fração da área de cobertura florestal (%)	
Manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₉₅-FRMA₀₆)	252.408,9	23,2/91,1	250.879,6	23,1/80,3	-0,6%
Regeneração ou transição de não-floresta para regeneração (REG₉₅-REG₀₆)	88,9	0,0/0,0	1.677,7	0,2/0,5	+1.787,2%
Transição de não-floresta para reflorestamento (NF₉₅-REF₀₆)	7.678,1	0,7/2,8	31.071,1	2,9/9,9	+304,7%
Manutenção do estado de reflorestamento (REF₉₅-REF₀₆)	16.874,8	1,5/6,1	28.811,2	2,6/9,2	+70,7%
Área de cobertura florestal total (ha)	277.050,7	25,3/100,0	312.439,5	28,7/100,0	+12,8%

Figura 4.2 - Mapa de transição da cobertura florestal para 1995-2006.



Legenda: (A) Mapa de transição de cobertura florestal para 1995-2006; (B) áreas de transição de não floresta para regeneração ($REG_{95}-REG_{06}$); (C) áreas de transição de cobertura não florestal para reflorestamento ($NF_{95}-REF_{06}$); (D) áreas de manutenção do estado de cobertura de reflorestamento ($REF_{95}-REF_{06}$) e (E) áreas de manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica ($FRMA_{95}-FRMA_{06}$). Recorte de imagens Landsat em composição colorida (TM: R4G5B3).

Figura 4.3 - Mapa de transições da cobertura florestal para 2006-2018.



Legenda: (A) Mapa de transição florestal para 2006-2018; (B) áreas de transição de não floresta para regeneração (REG₀₆-REG₁₈); (C) áreas de transição de cobertura não florestal para reflorestamento (NF₀₆-REF₁₈); (D) áreas de manutenção do estado de cobertura de reflorestamento (REF₀₆-REF₁₈) e (E) áreas de manutenção do estado de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica (FRMA₀₆-FRMA₁₈). – Recorte de imagens Landsat em composição colorida (TM: R4G5B3, OLI: R5G6B4).

A Tabela 4.6 apresenta os municípios com maior contribuição de cobertura florestal (FRMA, REG e REF), os quais representam em torno de 80% da cobertura florestal total da área de estudo (Ver Tabela A.2 – Apêndice A). As áreas de FRMA reduziram em todos os municípios (-9,7%), principalmente em municípios em que o aumento de REF foi mais expressivo, como o caso de Paraibuna, Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga. Isso sugere que a perda líquida nas áreas FRMA está dando espaço aos plantios de árvores comerciais, principalmente onde a urbanização e industrialização são mais desenvolvidas. Por outro lado, o ganho de cobertura florestal ocorreu devido à regeneração e, principalmente, ao aumento das áreas de reflorestamento. Nesse sentido, ao considerar como ganho de floresta apenas a regeneração, observa-se um ganho relativamente modesto. Porém, ao incluir em tal ganho as áreas de reflorestamento, verifica-se que o aumento da cobertura florestal torna-se mais evidente.

Em São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra, foram os municípios com maior ganho florestal resultante tanto da regeneração quanto do reflorestamento, principalmente, juntos somaram um ganho florestal de cerca de $6,7 \times 10^3$ ha. Em Taubaté, ocorreu algo semelhante, o ganho florestal considerando regeneração e reflorestamento foi em torno de 609 ha. Nos municípios de Monteiro Lobato, Areias e Cruzeiro não foram identificadas áreas de regeneração, porém o reflorestamento reduziu em Cruzeiro de $1,2 \times 10^3$ para $0,3 \times 10^3$ ha, enquanto em Areias e em Monteiro Lobato o reflorestamento cresceu em $0,5 \times 10^3$ e $0,3 \times 10^3$ ha, respectivamente. No geral, o reflorestamento reduziu e em poucos municípios, demonstrando que em grande parte da área de estudo as áreas reflorestadas continuam expandindo. Na maioria desses municípios houve regeneração modesta, apresentando áreas entre 16 e 309 ha aproximadamente.

Em Cunha, Resende e Piquete as áreas de REG aumentaram em 71, 56 e 27 hectares, respectivamente, ao mesmo tempo as áreas de FRMA e REF reduziram-se. Isso pode ser explicado pelas atividades econômicas serem

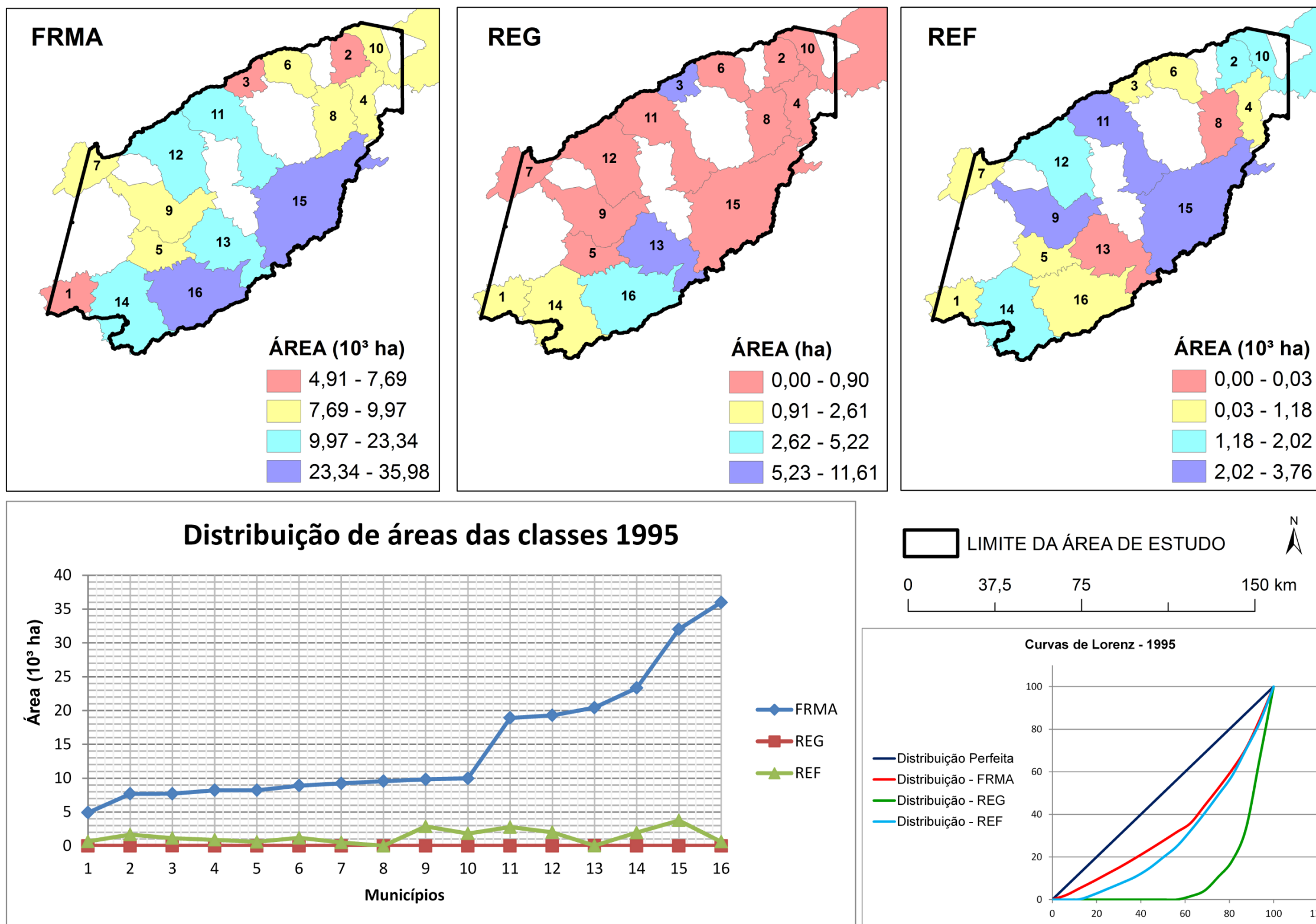
menos intensas nesses municípios, ocorrendo em menor grau tanto a industrialização quanto a urbanização. As maiores áreas de REG encontradas nos municípios de Taubaté (309 ha) e São Luiz do Paraitinga (302 ha), estão situadas, principalmente, próximo aos corpos hídricos e em torno dos talhões de reflorestamento. Em termos de comparação, a área total de REG₀₆-REG₁₈ é equivalente a uma ordem de magnitude menor que a área de REF₉₅-REF₀₆ (Tabela 4.5). As Figuras 4.4 e 4.5 mostram a distribuição geográfica das áreas das classes por município para 1995 e 2018, respectivamente, incluindo a curva de Lorenz. Observa-se nas curvas de Lorenz a distribuição das classes entre os municípios, sendo que a classe REG apresenta uma distribuição mais heterogênea entre os municípios, ao contrário das classes FRMA e REF que estão mais bem distribuídas na área de estudo.

Tabela 4.6 – Área dos municípios com maior contribuição de cobertura florestal entre 1995 e 2018.

Município	1995						2018						Variação de FRMA (%)	Variação de REG (%)	Variação de REF (%)
	FRMA (10 ³ ha)	%	REG (ha)	%	REF (10 ³ ha)	%	FRMA (10 ³ ha)	%	REG (ha)	%	REF (10 ³ ha)	%			
Areias	8,2	3,5	0,0	0,0	0,9	4,0	7,6	3,7	0,0	0,0	1,4	2,7	-8%	0%	61%
Cruzeiro	8,9	3,8	0,0	0,0	1,2	5,3	8,5	4,1	0,0	0,0	0,3	0,6	-4%	0%	-75%
Cunha	32,0	13,7	0,0	0,0	3,8	16,7	29,7	14,4	71,2	6,7	3,2	6,1	-7%	0%	-15%
Guaratinguetá	18,9	8,1	0,9	2,6	2,8	12,3	17,6	8,5	35,6	3,3	4,2	7,9	-7%	3850%	51%
Monteiro Lobato	9,2	3,9	0,0	0,0	0,5	2,2	8,8	4,3	0,0	0,0	0,8	1,6	-4%	0%	70%
Natividade da Serra	36,0	15,4	5,2	15,1	0,6	2,7	28,4	13,8	65,1	6,1	7,3	13,9	-21%	1.147%	1.092%
Paraibuna	23,3	10,0	2,6	7,6	2,0	8,7	19,8	9,6	38,9	3,6	8,4	15,9	-15%	1.390%	327%
Pindamonhangaba	19,3	8,2	0,0	0,0	2,0	9,0	17,3	8,4	40,6	3,8	3,1	6,0	-10%	0%	56%
Piquete	7,7	3,3	11,4	33,1	1,1	5,1	7,5	3,6	27,8	2,6	0,2	0,4	-3%	143%	-80%
Queluz	7,7	3,3	0,0	0,0	1,7	7,4	6,2	3,0	17,8	1,7	1,7	3,2	-19%	0%	2%
Redenção da Serra	8,2	3,5	0,0	0,0	0,6	2,7	7,2	3,5	47,0	4,4	4,7	8,9	-13%	0%	683%
Resende	10,0	4,3	0,0	0,0	1,8	8,1	9,8	4,8	56,5	5,3	1,1	2,2	-2%	0%	-38%
Santa Branca	4,9	2,1	2,3	6,5	0,7	2,9	4,5	2,2	16,7	1,6	4,2	8,0	-9%	644%	543%
São Luis do Paraitinga	20,4	8,7	11,6	33,6	0,0	0,2	16,3	7,9	302,6	28,4	5,6	10,6	-20%	2.506%	14.198%
Silveiras	9,6	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	4,5	37,4	3,5	3,0	5,8	-2%	0%	0%
Taubaté	9,8	4,2	0,5	1,6	2,9	12,8	7,9	3,8	309,9	29,0	3,2	6,1	-20%	57.283%	11%
Total	234,2	100,0	34,6	100,0	22,5	100,0	206,4	100,0	1067,0	100,0	52,6	100,0	-12%	2.987%	134%

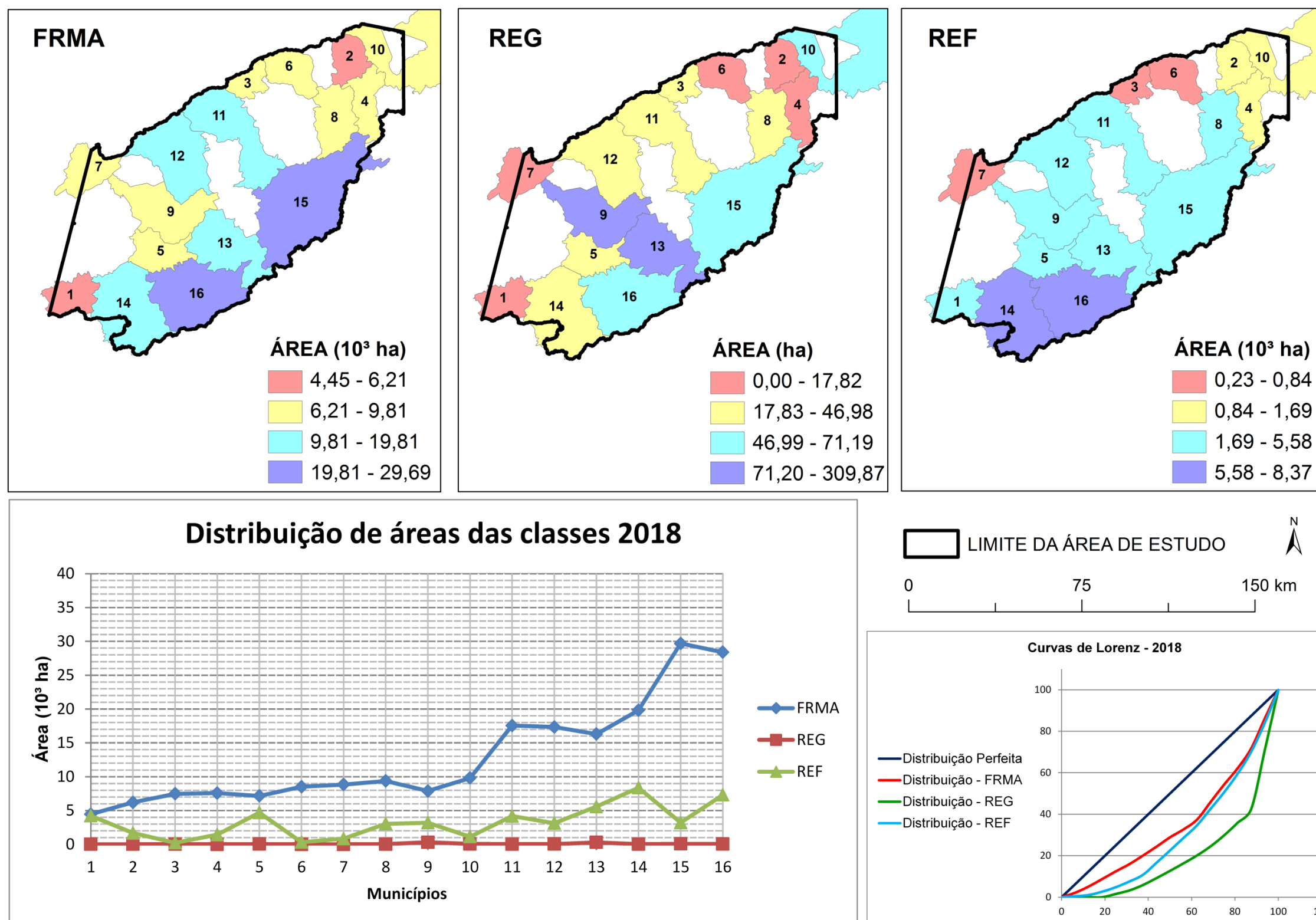
Legenda: FRMA=Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica; REG=Regeneração; REF=Reflorestamento.

Figura 4.4 – Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 1995.



Legenda: FRMA=Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica; REG=Regeneração; REF=Reflorestamento; 1=Santa Branca; 2=Queluz; 3=Piquete; 4=Areias; 5=Redenção da Serra; 6=Cruzeiro; 7=Monteiro Lobato; 8=Silveiras; 9=Taubaté; 10=Resende; 11=Guaratinguetá; 12=Pindamonhangaba; 13=São Luiz do Paraitinga; 14=Paraibuna; 15=Cunha; 16=Natividade da Serra.

Figura 4.5 – Distribuição das áreas de classes de cobertura florestal nos municípios com maior contribuição em 2018.



Legenda: FRMA=Fragmentos de Remanescentes de Mata Atlântica; REG=Regeneração; REF=Reflorestamento; 1=Santa Branca; 2=Queluz; 3=Piquete; 4=Areias; 5=Redenção da Serra; 6=Cruzeiro; 7=Monteiro Lobato; 8=Silveiras; 9=Taubaté; 10=Resende; 11=Guaratinguetá; 12=Pindamonhangaba; 13=São Luiz do Paraitinga; 14=Paraibuna; 15=Cunha; 16=Natividade da Serra.

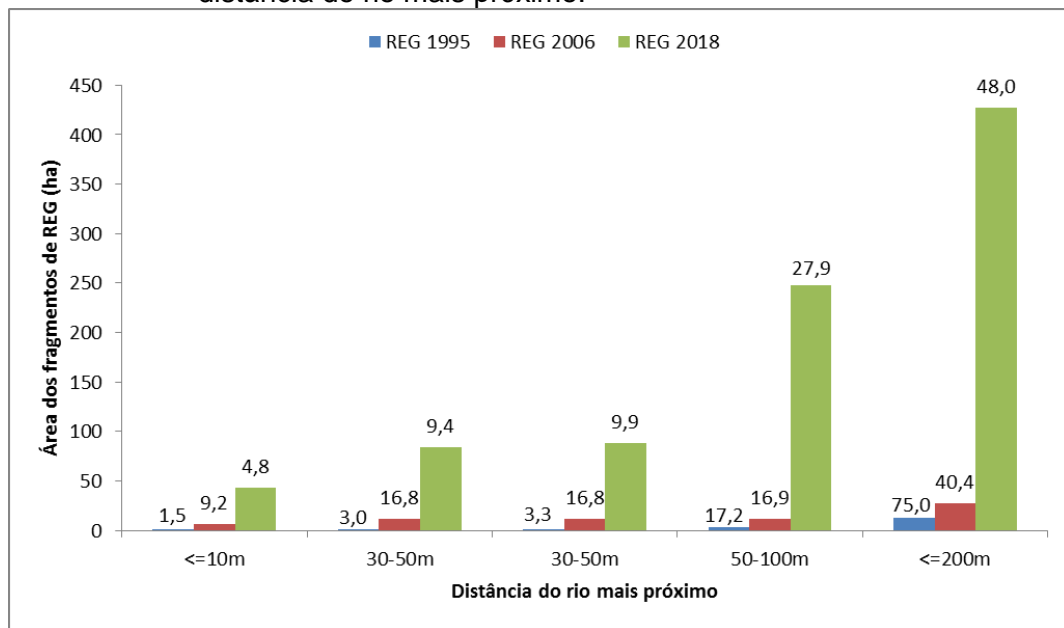
No geral, os resultados mostram que o ganho da cobertura florestal está associado principalmente ao processo de reflorestamento, cujo aumento no período de 1995 a 2018 soma em torno de 12% do total de cobertura florestal. Enquanto a área acumulada de regeneração contribuiu com uma parcela de apenas 0,5% da cobertura florestal (Tabela 4.5).

As maiores áreas de remanescentes florestais foram observadas principalmente nas porções situadas ao longo das Serras da Mantiqueira, do Mar e da Bocaina. Observam-se extensas áreas de remanescentes de Mata Atlântica, incluindo municípios onde também predominam grandes áreas de reflorestamento, como Pindamonhangaba e Guaratinguetá (somados 34.887 ha de FRMA e 7.316 ha de REF em 2018), quanto em municípios com menores áreas reflorestadas, a exemplo de Cunha, Itatiaia, Resende, Tremembé, Piquete, Areias, Silveiras e São José do Barreiro (totalizando 76591 ha de FRMA e 9925 ha de REF em 2018). A regeneração de 1995 foi encontrada em 8 municípios, ressaltando São Luiz do Paraitinga (11,61 ha), Piquete (11,43 ha) e Natividade da Serra (5,22 ha). Enquanto que para 2018, as áreas identificadas como regeneração foram encontradas em 24 dos 31 municípios, somando cerca de 1600 ha.

4.3. Análise de fragmentos florestais em relação à distância de drenagens

Na Figura 4.6 é apresentada a distribuição das áreas dos fragmentos de regeneração em relação à distância do rio mais próximo. Observa-se que pelo menos 75% dos fragmentos de regeneração em 1995 se encontrava entre 100 e 200 m de distância do rio. Nota-se o aumento da área de regeneração ao longo dos anos e em todas as distâncias, destacando-se que mais de 40% da regeneração em 2018 também está situada a 200 m do rio, enquanto em 2006 pelo menos 50% encontravam-se entre 100 e 200 m. O aumento em torno de 5.364% das áreas de REG entre 1995 e 2018 dentro dos *buffers* sugere uma possível transição florestal dentro das Áreas de Preservação Permanente (APPs), principalmente nos raios mais próximos dos rios.

Figura 4.6 - Área (ha e %) dos fragmentos de regeneração em relação à distância do rio mais próximo.



Quanto às áreas dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação à distância do rio mais próximo, aproximadamente 65% dos remanescentes florestais de 1995, 2006 e 2018 encontram-se dentro dos *buffers* entre 50 a 200 m de distância do rio mais próximo (Figura 4.7). É observada uma diminuição mais expressiva dos fragmentos de Mata Atlântica entre as maiores distâncias ao longo dos anos. No geral, entre 1995 e 2018, somando as áreas de FRMA em todos os *buffers* analisados, a redução da classe foi de 10%. A Tabela 4.7 apresenta as áreas de REG e de FRMA por distância de *buffer*.

Figura 4.7 – Área (ha e %) dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação à distância do rio mais próximo.

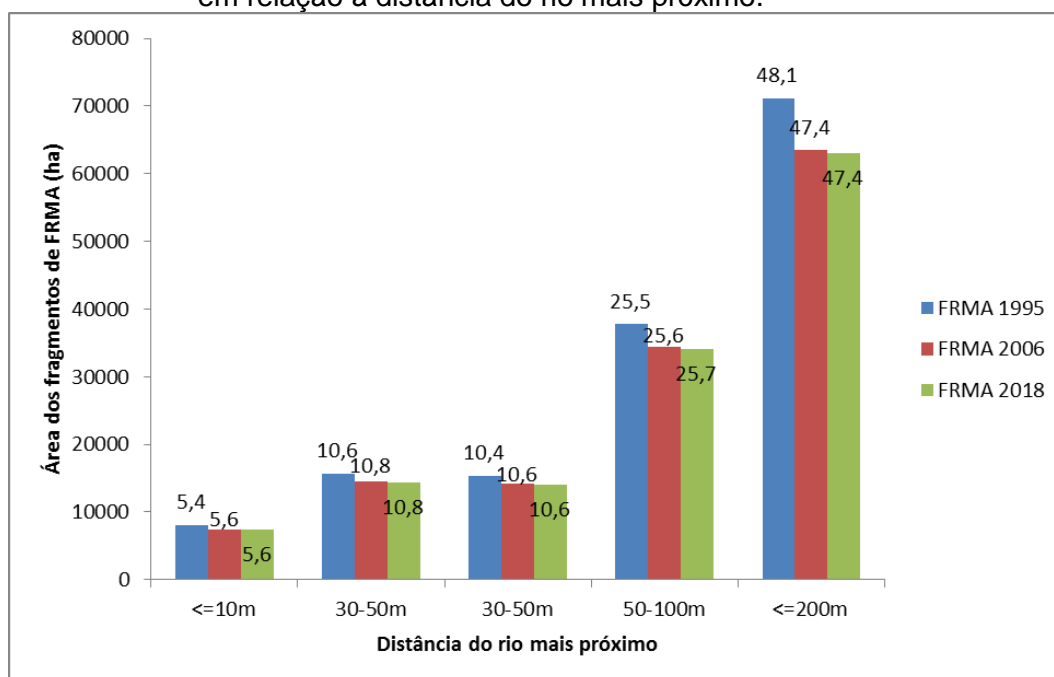


Tabela 4.7 – Área de cobertura florestal por classe de distância ao rio mais próximo.

Cobertura Florestal	Área das classes de cobertura florestal dentro dos <i>buffers</i> (ha)				
	<=10m	30-50m	30-50m	50-100m	<=200m
REG 1995	0,2	0,5	0,5	2,8	12,2
REG 2006	6,2	11,4	11,4	11,4	27,3
REG 2018	42,9	83,7	88,0	247,9	427,1
FRMA 1995	8.044,9	15.657,0	15.350,9	37.746,0	71.142,1
FRMA 2006	7.467,6	14.501,7	14.147,1	34.347,9	63.454,5
FRMA 2018	7.417,3	14.405,8	14.057,4	34.150,0	63.102,8

4.4 Mudanças de uso e cobertura da terra segundo a análise dos censos e estatísticas agrícolas

A partir da análise dos censos agropecuários dos anos 1995, 2006 e 2017, censos demográficos de 2000 e 2010 e estatísticas agrícolas do IBGE, foi possível avaliar as principais atividades econômicas da área de estudo em sua totalidade, bem como em escala de municípios. Os valores de 1995 e 2006 foram atualizados para a última data da série (2017) por meio da calculadora do Banco Central do Brasil (BCB), disponível em:

<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores&aba=1>.

4.4.1 Silvicultura

O valor de produção e a quantidade produzida por tipo de produtos da silvicultura estão representados nas Tabelas 4.8 e 4.9, respectivamente.

Tabela 4.8 – Valor da Produção total da silvicultura (mil reais).

	1995	2006	2017
Madeira em tora	61.375,8	138.335,1	43.706,3
Madeira em tora para celulose e papel	56.475,3	130.028,1	42.513,2
Madeira em tora para lenha	2.083,6	145,0	2.790,5
Madeira em tora para outras finalidades	4.885,4	8.307,1	1.192,1
Carvão vegetal	844,6	783,2	2.191,7

Fonte: IBGE (1995,2006,2017).

Tabela 4.9 – Quantidade produzida total da silvicultura.

	1995	2006	2017
Madeira em tora (m ³)	1.073.765	1.495.687	1.122.420
Madeira em tora para celulose e papel (m ³)	988.909	1.370.207	1.102.794
Madeira em tora para lenha (m ³)	62.650	1.990	32.575
Madeira em tora para outras finalidades (m ³)	84.856	125.480	19.626
Carvão vegetal (toneladas)	995	534	1.857

Fonte: IBGE (1995,2006,2017).

As Tabelas 4.8 e 4.9 mostram que diferentes produtos da silvicultura apresentam variações distintas no período investigado. Como exemplo, observamos o aumento da produção de carvão vegetal ao longo dos Censos analisados. No entanto, nota-se que a quantidade de madeira para lenha reduziu-se em 97% em 2006, porém apresentou um aumento de 1537% em 2017. Em relação ao valor de produção de madeira para lenha, em 2006 houve uma queda de 93% e um aumento de 1825% em 2017. As variáveis referentes aos demais produtos da silvicultura apresentaram aumento em 2006, reduzindo-se novamente em 2017.

A Tabela 4.10 mostra a distribuição da cultura do eucalipto na área de estudo. Os dados foram obtidos do censo agropecuário de 2017. Nota-se que os municípios em que a cultura do eucalipto se destaca são

principalmente Resende, Paraibuna, Redenção da Serra, São Luiz do Paraitinga, Santa Branca e Pindamonhangaba, os quais somam 51% da área total de eucalipto. São José do Barreiro é o município com menor número de pés existentes e menor área de eucalipto, seguido por Piquete, Roseira e Cruzeiro.

Natividade da Serra, São Luiz do Paraitinga, Guaratinguetá e Redenção da Serra estão entre os municípios que apresentam maior importância para o setor da silvicultura na área de estudo. Essas áreas seguem a mesma lógica, visto que houve crescimento das áreas de reflorestamento (+266%) e de regeneração (+2439%) entre 1995 e 2018. Enquanto as populações rurais diminuíram (-21%) ao passo que as populações urbanas aumentaram (+14%) entre 1991 e 2010. Essas mudanças foram acompanhadas também pelo aumento das rendas associadas aos setores de indústrias (+158%) e de agropecuária (+40%). Os dados indicam que apesar do crescimento da silvicultura e da renda para agropecuária, ainda assim ocorreu redução da população rural em paralelo ao aumento da renda para indústrias e de serviços, indicando busca por melhores condições de trabalho nos centros urbanos.

Tabela 4.10 – Distribuição do eucalipto por município (2017).

Municípios	Número de pés existentes nos estabelecimentos (Mil unidades)	N.º Estabelecimentos (unidades)	Área total (ha)
Cunha (SP)	15.962	257	1.092
Paraibuna (SP)	15.386	113	4.599
Natividade da Serra (SP)	12.867	172	3.586
Redenção da Serra (SP)	7.962	59	6.650
Pindamonhangaba (SP)	5.200	20	4.200
Taubaté (SP)	5.048	28	3.750
Silveiras (SP)	4.786	38	625
Santa Branca (SP)	4.781	15	4.000
São José dos Campos (SP)	4.128	29	3.755
São Luiz do Paraitinga (SP)	4.116	58	4.595
Guaratinguetá (SP)	3.537	10	3.148
Lorena (SP)	3.164	8	2.064
Caçapava (SP)	2.917	3	2.133
Jambeiro (SP)	2.757	9	1.687
Resende (RJ)	2.653	10	7.200
Queluz (SP)	2.418	4	780
Jacareí (SP)	2.054	17	1.250
Monteiro Lobato (SP)	1.621	16	698
Areias (SP)	1.096	3	832
Lagoinha (SP)	1.082	29	1.455
Cachoeira Paulista (SP)	928	6	640
Tremembé (SP)	856	5	643
Lavrinhas (SP)	741	5	460
Cruzeiro (SP)	676	10	443
Roseira (SP)	560	3	474
Piquete (SP)	257	3	140
São José do Barreiro (SP)	161	6	51
Total	107.714	936	60.950

Fonte: IBGE (2017).

4.4.2 Agricultura

O valor de produção total e área colhida total para lavouras permanentes e temporárias estão apresentados na Tabela 4.11. Também é apresentada a taxa de variação dos dados analisados no período 1995-2006. Os municípios que não possuíam informações em um dos anos analisados foram excluídos da soma total.

Tabela 4.11 – Valor de produção e área colhida de lavouras permanentes e temporárias.

Valor da Produção total (reais constantes)			
	1995	2006	Variação (%)
Lavouras temporárias	590.242.418,4	135.817.389,4	-77
Lavouras permanentes	12.298.445,9	6.209.459,2	-50
Área colhida total (ha)			
	1995	2006	Variação (%)
Lavouras temporárias	49.970,1	25.469,0	-49
Lavouras permanentes	1.560,8	979,0	-37

Fonte: IBGE (1995,2006).

É possível observar, segundo os dados dos censos, que o valor de produção associado à lavoura temporária na área de estudo reduziu em 77%, bem como houve uma redução de 50% do valor de produção das lavouras permanentes em 2006. As áreas colhidas de lavouras temporárias reduziram em 49%, enquanto as áreas colhidas de lavouras permanentes diminuíram em 37%. É importante salientar a ausência de informações sobre as lavouras para alguns municípios entre os censos, principalmente no censo de 2017. A ausência e presença de informação de um município em anos diferentes podem mascarar a real situação da variável na linha do tempo analisada para a área de estudo total. Ainda assim, tais informações auxiliam a compreender a evolução das atividades na região, ainda que de forma local. Outro ponto importante a ser observado, é a presença de diferentes culturas agrícolas que apresentam dinâmicas diferenciadas, enquanto determinada cultura pode estar expandido em produtividade e em área, outras podem estar reduzindo, e vice-versa. A Tabela 4.12 representa a porcentagem de área colhida em hectares das principais culturas de lavoura temporária na área de estudo em 1995 e 2017 (ver Tabela A.1 – Anexo A).

Tabela 4.12 - Área das principais culturas temporárias.

Município	1995 - Área (ha)										2017 - Área (ha)									
	Arroz (em casca)	%	Cana-de-açúcar	%	Feijão (em grão)	%	Mandioca	%	Milho (em grão)	%	Arroz (em casca)	%	Cana-de-açúcar	%	Feijão (em grão)	%	Mandioca	%	Milho (em grão)	%
Itatiaia	5,0	*	6,0	0,4	55,0	0,8	10,0	1,0	60,0	0,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aparecida	400,0	2,3	*	*	25,0	0,3	*	*	80,0	0,5	260,0	4,3	*	*	*	*	*	*	*	*
Areias	*	*	*	*	100,0	1,4	13,0	1,3	180,0	1,0	4,0	0,1	30,0	1,3	30,0	3,0	5,0	2,0	60,0	1,2
Caçapava	1800,0	10,5	700,0	48,6	759,0	10,6	250,0	24,9	180,0	1,0	1300,0	21,4	2000,0	85,7	60,0	6,1	*	*	*	*
Cachoeira Paulista	160,0	0,9	*	*	30,0	0,4	50,0	5,0	450,0	2,6	150,0	2,5	165,0	7,1	18,0	1,8	*	*	58,0	1,2
Cruzeiro	85,0	0,5	5,0	0,3	18,0	0,3	26,0	2,6	140,0	0,8	64,0	1,1	25,0	1,1	50,0	5,1	20,0	8,0	61,0	1,2
Cunha	90,0	0,5	*	*	1000,0	13,9	6,0	0,6	3000,0	17,5	*	*	*	*	390,0	39,6	3,0	1,2	3000,0	60,0
Guaratinguetá	2515,0	14,7	10,0	0,7	50,0	0,7	30,0	3,0	800,0	4,7	2100,0	34,5	*	*	*	*	11,0	4,4	*	*
Jacareí	172,0	1,0	*	*	100,0	1,4	20,0	2,0	*	0,0	*	*	*	*	13,0	1,3	8,0	3,2	*	*
Jambeiro	5,0	0,0	*	*	260,0	3,6	10,0	1,0	160,0	0,9	4,0	0,1	*	*	70,0	7,1	*	*	*	*
Lagoinha	28,0	0,2	*	*	500,0	7,0	75,0	7,5	450,0	2,6	*	*	6,0	0,3	15,0	1,5	14,0	5,6	300,0	6,0
Lavrinhas	3,0	0,0	*	*	15,0	0,2	2,0	0,2	110,0	0,6	2,0	*	*	*	22,0	2,2	10,0	4,0	22,0	0,4
Lorena	1000,0	5,8	*	*	90,0	1,3	30,0	3,0	700,0	4,1	*	*	*	*	15,0	1,5	*	*	*	*
Monteiro Lobato	100,0	0,6	30,0	2,1	50,0	0,7	50,0	5,0	100,0	0,6	*	*	*	*	15,0	1,5	*	*	*	*
Natividade da Serra	105,0	0,6	40,0	2,8	1150,0	16,0	40,0	4,0	1000,0	5,8	*	*	*	*	14,0	1,4	40,0	16,1	40,0	0,8
Paraibuna	*	*	20,0	1,4	630,0	8,8	30,0	3,0	500,0	2,9	*	*	*	*	20,0	2,0	*	*	*	*
Pindamonhangaba	3200,0	18,7	70,0	4,9	20,0	0,3	*	*	1540,0	9,0	550,0	9,0	*	*	15,0	1,5	*	*	700,0	14,0
Piquete	5,0	0,0	*	*	30,0	0,4	5,0	0,5	200,0	1,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Potim	500,0	2,9	*	*	*	*	*	*	35,0	0,2	350,0	5,7	*	*	*	*	*	*	*	*
Queluz	10,0	0,1	*	*	40,0	0,6	20,0	2,0	150,0	0,9	1,0	0,0	22,0	0,9	8,0	0,8	10,0	4,0	18,0	0,4
Redenção da Serra	5,0	0,0	40,0	2,8	520,0	7,2	30,0	3,0	230,0	1,3	*	*	4,0	0,2	*	*	*	*	8,0	0,2
Resende	240,0	1,4	350,0	24,3	300,0	4,2	70,0	7,0	800,0	4,7	*	*	11,0	0,5	*	*	*	*	*	*
Roseira	1214,0	7,1	*	*	25,0	0,3	3,0	0,3	150,0	0,9	2,0	0,0	3,0	0,1	4,0	0,4	3,0	1,2	3,0	0,1
São José do Barreiro	50,0	0,3	50,0	3,5	100,0	1,4	*	*	300,0	1,7	*	*	44,0	1,9	8,0	0,8	*	*	90,0	1,8
São José dos Campos	600,0	3,5	70,0	4,9	310,0	4,3	80,0	8,0	2300,0	13,4	*	*	*	0,0	150,0	15,2	*	*	*	*
São Luiz do Paraitinga	6,0	0,0	40,0	2,8	270,0	3,8	70,0	7,0	900,0	5,2	*	*	15,0	0,6	*	*	8,0	3,2	270,0	5,4
Silveiras	30,0	0,2	*	*	170,0	2,4	50,0	5,0	600,0	3,5	*	*	10,0	0,4	8,0	0,8	20,0	8,0	20,0	0,4
Taubaté	2229,0	13,0	10,0	0,7	400,0	5,6	30,0	3,0	2000,0	11,6	200,0	3,3	*	*	60,0	6,1	40,0	16,1	150,0	3,0
Tremembé	2570,0	15,0	*	*	166,0	2,3	5,0	0,5	60,0	0,3	1100,0	18,1	*	*	*	*	57,0	22,9	200,0	4,0
Total	17127,0	100,0	1441,0	100,0	7183,0	100,0	1005,0	100,0	17175,0	100,0	6087,0	100,0	2335,0	100,0	985,0	100,0	249,0	100,0	5000,0	100,0

Legenda: * = Sem informação.

Fonte: IBGE (1995,2017).

A partir da análise de estatísticas agrícolas do IBGE, observou-se diferentes dinâmicas na região. As áreas de cultivo de arroz aumentaram ao longo dos anos, principalmente em 2017, concentrando-se em municípios como Guaratinguetá (2.100 ha), Roseira (1.140 ha), Caçapava (1.300 ha), Tremembé (1.100 ha), Pindamonhangaba (550 ha), Canas (400 ha), Potim (350 ha), Aparecida (250 ha), Taubaté (200 ha) e Cachoeira Paulista (150 ha). Por outro lado, o milho e o feijão se destacavam na maioria dos municípios nos anos anteriores a 2017, quando ocorreu uma redução das áreas colhidas em 55,47% do milho e em 86,29% do feijão. As áreas de cana-de-açúcar aparecem com maior destaque em Caçapava (2000 ha) e Cachoeira Paulista (165 ha) em 2017. Nesses municípios, o valor adicionado bruto da agropecuária aumentou em 37% entre 2002 e 2016, com exceção de Taubaté que apresentou redução de 22% da renda associada à agropecuária. Em parte dos municípios ocorreu diminuição da população rural acompanhado do aumento da população urbana. As áreas agrícolas estão concentradas principalmente nos municípios mais próximos da Rodovia Presidente Dutra (BR-116 ou SP-060). A Tabela 4.13 representa a porcentagem de área colhida em hectares das principais culturas de lavoura permanente na área de estudo em 1995 e 2017 (ver Tabela A.2 – Anexo A).

Tabela 4.13 - Área das principais culturas permanentes.

Municípios	1995 - Área (ha)						2018 - Área (ha)					
	Banana (cacho)	%	Laranja	%	Tangerina	%	Banana (cacho)	%	Laranja	%	Tangerina	%
Itatiaia	10,0	4,5	4,0	0,5	*	*	*	*	*	*	*	*
Areias	7,0	3,1	4,0	0,5	*	*	24,0	5,1	*	*	*	*
Caçapava	*	*	85,0	11,4	*	*	*	*	*	*	*	*
Cachoeira Paulista	*	*	231,0	30,9	2,0	2,2	5,0	1,1	*	*	10,0	26,3
Cruzeiro	116,0	52,0	23,0	3,1	1,0	1,1	40,0	8,5	9,0	10,7	9,0	23,7
Cunha	*	*	31,0	4,1	2,0	2,2	*	*	*	*	*	*
Guaratinguetá	*	*	19,0	2,5	25,0	27,5	80,0	16,9	*	*	*	*
Jacareí	*	*	*	*	*	*	20,0	4,2	*	*	10,0	26,3
Jambeiro	*	*	5,0	0,7	*	*	*	*	*	*	*	*
Lavrinhas	9,0	4,0	*	*	2,0	2,2	*	*	*	*	*	*
Lorena	2,0	0,9	58,0	7,8	*	*	*	*	*	*	*	*
Natividade da Serra	*	*	8,0	1,1	*	*	5,0	1,1	*	*	*	*
Paraibuna	*	*	31,0	4,1	5,0	5,5	*	*	*	*	*	*
Pindamonhangaba	35,0	15,7	46,0	6,1	*	*	118,0	24,9	11,0	13,1	*	*
Piquete	5,0	2,2	19,0	2,5	1,0	1,1	50,0	10,6	*	*	*	*
Queluz	3,0	1,3	8,0	1,1	1,0	1,1	12,0	2,5	6,0	7,1	*	*
Redenção da Serra	1,0	0,4	19,0	2,5	*	*	19,0	4,0	*	*	*	*
Santa Branca	*	*	*	*	*	*	15,0	3,2	10,0	11,9	5,0	13,2
São José do Barreiro	7,0	3,1	10,0	1,3	1,0	1,1	26,0	5,5	*	*	*	*
São José dos Campos	*	*	15,0	2,0	4,0	4,4	*	*	*	*	*	*
São Luiz do Paraitinga	6,0	2,7	23,0	3,1	1,0	1,1	4,0	0,8	30,0	35,7	4,0	10,5
Silveiras	10,0	4,5	29,0	3,9	*	*	10,0	2,1	18,0	21,4	*	*
Taubaté	7,0	3,1	38,0	5,1	28,0	30,8	30,0	6,3	*	*	*	*
Tremembé	5,0	2,2	42,0	5,6	18,0	19,8	15,0	3,2	*	*	*	*
TOTAL	223,0	100,0	748,0	100,0	91,0	100,0	473,0	100,0	84,0	100,0	38,0	100,0

Legenda: * = Sem informação.

Fonte: IBGE (1995,2017).

A partir dos dados apresentados na Tabela 4.13 é possível observar que no geral houve aumento da área colhida de banana. A região apresenta também pequenas áreas de cultivo de citros como laranja e tangerina. Os municípios com os maiores valores de área colhida para banana em 2017 foram Pindamonhangaba (118 ha), Guaratinguetá (80 ha), Piquete (50 ha) e Cruzeiro (40 ha). Também é visível a redução da área colhida de café ao longo dos anos, representando apenas 4% do total de área de lavoura permanente em 2017. No geral, as lavouras permanentes se encontram em municípios próximos às estradas e rodovias principais da área de estudo, os quais se diferenciam em dois grupos: i) municípios com maior representatividade da silvicultura, com Pindamonhangaba e Guaratinguetá; ii) municípios com menor desenvolvimento das atividades econômicas como a silvicultura e indústrias, como Piquete, São José do Barreiro e Cruzeiro.

4.4.3 Pecuária

Na Tabela 4.14, são apresentadas as variáveis de produção animal para os anos de 1995, 2006 e 2017 (ver Tabela A.3 – Anexo A). É possível observar que entre 1995 e 2006 houve uma redução no valor de produção em torno de 99,9%. Essa redução não era esperada, visto que a produção bovina vem expandindo na região, o que pode ser explicada pela ausência de informações em alguns municípios no ano de 2006. No mesmo período, o número de estabelecimentos de pecuária apresentou um aumento em 58,29%, conforme a Tabela 4.15.

Tabela 4.14 - Produção animal total 1995, 2006 e 2017.

	1995	2006	2017
Valor da produção (mil reais)	460.375.549,9	320.510,9	727.662,13
Nº de estabelecimentos (unidades)	5.500	8.706	15.436

Fonte: IBGE (1995,2006,2017).

Entre os anos 2006 e 2017, verifica-se o aumento de aproximadamente 127% e de 77% no valor de produção e no número de estabelecimentos, respectivamente.

Tabela 4.15 – Variação temporal do valor de produção e número de estabelecimentos da pecuária (%).

	1995-2006	2006-2017
Valor da produção (mil reais)	-99,93	+127,03
Nº de estabelecimentos (unidades)	+58,29	+77,30

A Tabela 4.16 representa o número total de cabeças por efetivo de rebanho (ver Tabela A.4 - Anexo A). Entre os mais representativos da área de estudo estão os bovinos e os galináceos. Entre 1995 e 2017, o efetivo de bovinos aumentou em torno de 39%, enquanto o efetivo de galináceos apresentou uma queda de 85% na área de estudo. A pecuária é presente na maior parte dos municípios, sendo que 66% do efetivo de bovinos em 2017 ocorrem em Cunha, Pindamonhangaba, Taubaté, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Guaratinguetá, Resende, Natividade da Serra, e Paraibuna.

Os municípios que concentravam 93% do efetivo de galináceos em 2017 em relação à área de estudo são Pindamonhangaba, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Guaratinguetá, Natividade da Serra, Paraibuna, Jacareí, Lagoinha e Redenção da Serra. Apesar do crescimento do efetivo de bovinos, suínos e equinos, de modo geral o total do efetivo de rebanhos reduziu em 66,6% de 1995 para 2017. Os dados sugerem que na maioria dos municípios onde há mais reflorestamento, também estão concentradas as atividades de pecuária. Também há casos onde o reflorestamento tem diminuído e a pecuária expandindo, como o caso de Cunha.

Tabela 4.16 - Número de cabeças - efetivo de rebanho.

Municípios	1995 (10 ³)				2017 (10 ³)			
	Bovino	Equino	Suíno - total	Galináceos - total	Bovino	Equino	Suíno - total	Galináceos - total
Aparecida	4,25	0,09	1,13	0,77	5,27	0,03	0,65	0,70
Areias	7,90	0,45	1,00	5,30	12,71	0,49	0,15	2,07
Canas	*	*	*	*	4,59	0,08	0,22	0,37
Cruzeiro	13,20	0,90	1,00	11,50	10,25	0,72	0,34	1,17
Cunha	44,00	1,05	3,40	4,15	85,43	5,15	7,62	4,12
Guaratinguetá	30,00	0,90	3,75	70,00	54,39	0,60	3,02	31,63
Itatiaia	13,70	1,07	1,14	246,72	4,55	0,10	0,30	0,47
Jacareí	15,00	*	5,00	1980,50	19,53	1,20	0,60	75,00
Jambeiro	9,30	0,43	5,20	33,40	13,52	0,19	26,00	1,00
Lagoinha	11,65	0,55	1,04	49,21	20,55	0,75	0,09	15,28
Lavrinhas	6,00	0,20	1,00	1,75	6,84	0,19	0,35	1,98
Lorena	25,00	0,55	1,10	2,10	29,07	0,69	0,79	2,98
Monteiro Lobato	11,00	0,40	1,85	16,70	13,49	0,21	0,45	5,90
Natividade da Serra	15,70	0,68	1,71	18,96	22,07	0,57	0,31	47,80
Paraibuna	23,10	1,23	3,30	30,30	30,09	0,76	1,40	17,00
Pindamonhangaba	37,00	2,50	3,00	360,50	55,50	2,56	0,55	233,67
Piquete	8,00	0,30	0,50	1,90	7,99	0,18	0,36	3,26
Potim	2,50	0,10	0,10	4,00	4,13	0,01	0,10	0,66
Queluz	7,30	0,20	1,00	141,37	7,10	0,25	0,44	1,98
Redenção da Serra	11,46	0,20	1,37	12,67	13,86	0,55	0,45	63,42
Resende	53,57	0,97	7,99	247,77	53,91	1,57	2,35	2,42
Roseira	6,00	0,25	1,80	4,40	6,64	0,07	0,48	0,34
Santa Branca	12,00	1,50	0,12	*	10,56	0,70	0,20	1,00
São José do Barreiro	12,50	1,10	0,50	6,50	12,67	0,66	0,32	2,50
São José dos Campos	32,60	1,63	4,41	733,00	59,03	1,13	3,20	44,00
São Luiz do Paraitinga	18,98	0,92	2,06	17,43	39,30	1,43	0,57	48,28
Silveiras	10,40	0,48	1,80	7,20	13,40	0,78	0,78	2,79
Taubaté	27,43	1,13	2,60	273,75	39,02	1,60	0,35	14,65
Tremembé	7,14	0,28	0,53	43,35	7,83	0,33	0,07	8,44
Total	476,67	20,08	59,41	4325,22	663,40	23,72	52,60	634,96

Legenda: * = sem informação.

Fonte: IBGE (1995,2017)

A Tabela 4.17 mostra o valor de produção animal por tipo de produto, obtidos dos censos agropecuários. Os produtos mais representativos na área de estudo são a produção de leite, ovos de galinha e mel de abelha. Observamos uma maior contribuição à produção de leite dos municípios Resende, Pindamonhangaba, Lorena, Taubaté, Guaratinguetá, Cunha, São José do Barreiro e São Luiz do Paraitinga (60% da produção total). Cerca de 91% do valor de produção de ovos é representado por Pindamonhangaba, Jacareí, Guaratinguetá e Redenção da Serra, São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra.

Tabela 4.17 – Valor de produção animal por tipo de produto (mil reais).

Municípios	1995			2017		
	Leite	Ovos de galinha	Mel de abelha	Leite	Ovos de galinha	Mel de abelha
Aparecida	421	3	*	1119	14	*
Areias	1222	8	*	8185	18	*
Canas	*	*	*	1410	9	17
Cruzeiro	2063	16	*	8984	9	15
Cunha	3915	7	*	25406	44	*
Guaratinguetá	5800	166	6	21778	1041	32
Itatiaia	447	76	72	3390	55	78
Jacareí	2923	360	*	3630	3000	*
Jambeiro	1045	13	149	2459	9	11
Lagoinha	2172	9	*	10753	209	8
Lavrinhas	1075	3	*	5145	18	23
Lorena	5296	5	54	13195	48	63
Monteiro Lobato	723	8	*	1018	76	11
Natividade da Serra	668	16	*	5071	668	20
Paraibuna	1633	16	*	8057	128	*
Pindamonhangaba	5754	834	108	25702	10607	67
Piquete	567	6	*	3370	82	*
Potim	348	6	34	1431	4	138
Queluz	972	11	*	6201	18	*
Redenção da Serra	632	9	*	7846	1000	*
Resende	7992	572	*	36542	195	65
Roseira	1044	15	84	3469	6	225
Santa Branca	1908	*	104	1550	15	99
São José do Barreiro	1308	8	*	12698	18	*
São José dos Campos	3673	13	*	11966	307	30
São Luiz do Paraitinga	1771	17	11	18441	789	8
Silveiras	1403	9	*	11998	20	*
Taubaté	4096	18	108	24512	244	82
Tremembé	771	18	3	1450	145	38
Total	61221	2242	733	286776	18796	1030

Legenda: * = sem informação
 Fonte: IBGE (1995,2017).

A Tabela 4.18 apresenta a produção total de leite (mil litros), ovos (mil dúzias) e mel (kg). A produção de leite e ovos na área de estudo aumentaram em 7 e 26%, respectivamente. Enquanto que a produção de mel reduziu em 23%. Os dados ressaltam a importância econômica da pecuária leiteira para a região do Vale. No entanto, o aumento significativo da produção de ovos sugere que a pecuária de leite está abrindo espaço para que os produtores invistam mais na avicultura de postura, como uma atividade econômica alternativa e cada vez mais crescente no mercado.

Tabela 4.18 – Produção animal por tipo de produto (1995 e 2017).

	1995	2017	Varição (%)
Leite (Mil litros)	244.532	260.981	+7%
Ovos de galinha (Mil dúzias)	5.080	6.395	+26%
Mel de abelha (Quilogramas)	126.850	97.619	-23%

Fonte: IBGE (1995,2017).

4.4.4 Indústrias, serviços e agropecuária

Ao analisar a distribuição de renda associada aos diferentes setores econômicos (Tabela 4.19), é possível notar uma tendência de crescimento das indústrias e, principalmente, de serviços na área de estudo. A Tabela completa com informações por municípios encontram-se em Anexo A (Tabelas A.5, A.6 e A.7). Os dados disponibilizados pelo IBGE mostram que entre 2002 e 2016, o valor adicionado bruto referente a serviços aumentou em 68%. Para o setor de indústrias a renda aumentou em 36% entre 2002 e 2009, porém, reduziu-se 24% em 2016 em relação a 2009. Para a agropecuária uma redução de 37% no mesmo período. A importância econômica nos últimos anos vem sendo mais associada à industrialização e aos serviços do que à agropecuária.

Tabela 4.19 - Valor adicionado bruto por setores (reais).

	2002	2006	2009	2012	2016
Serviços	28.499.912,67	30.075.125,98	37.287.288,14	45.825.386,58	47.791.959,46
Indústrias	32.180.502,39	36.993.748,27	43.803.536,36	37.465.329,82	33.198.393,09
Agropecuária	597.860,40	493.530,42	502.940,48	410.212,64	435.680,09

Fonte: IBGE (2002,2006,2009,2012,2016).

São José dos Campos, Taubaté e Jacareí se destacam entre os municípios somando em torno de 63% do total de valor adicionado bruto associado a serviços no ano de 2016. Além disso, Jacareí apresentou um aumento de 83% em relação a 2002, seguido de Taubaté (69%) e São José dos Campos (47%). A partir da análise dos dados, nota-se que no geral há um crescente aumento do valor adicionado bruto voltado para serviços. Areias, São José do Barreiro, Redenção da Serra e Silveiras apresentam os menores valores brutos associados a serviços e indústrias em relação aos demais municípios, ainda assim tais valores vêm aumentando nos últimos anos nesses locais. Seguindo a lógica de São José dos Campos, Taubaté e Jacareí, outros municípios também concentram grande parte dos valores associados a serviços e indústrias. Assim, Pindamonhangaba, Caçapava, Resende, Guaratinguetá, Itatiaia, Lorena, Cruzeiro e Aparecida representam 32% do valor bruto associado a serviços e 25,96% do valor bruto associado a indústrias em 2016. Em relação ao valor adicionado bruto para agropecuária, Resende e Guaratinguetá apresentam maior destaque, seguidos por Jacareí, Pindamonhangaba, Cunha, Taubaté, Caçapava, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Cachoeira Paulista. Esses dez municípios representam 65% do valor total bruto associado à agropecuária. Por outro lado, os menores valores brutos para agropecuária se encontram em Potim, Aparecida, Piquete, Queluz, Santa Branca e Roseira, que juntos representam apenas 5% do total. Os dados sugerem que onde há maior concentração de áreas de reflorestamento, os setores de indústrias e serviços podem estar em maior grau de desenvolvimento.

4.4.5 Demografia

Na Tabela 4.20, os dados do censo demográfico mostram a distribuição total da população urbana, rural e total para os anos de 1991, 2000 e 2010. Desta forma, a população urbana aumentou em torno de 38% entre os anos 1991 e 2010, enquanto que a população rural reduziu em 16% no mesmo período. De modo geral, a população total para a área de estudo aumentou em 33%.

Tabela 4.20 - População por situação de domicílio.

	1991	2000	2010	Varição 1991-2010
Urbana	1.397.520	1.674.656	1.923.506	+38%
Rural	145.355	140.510	121.751	-16%
Total	1.542.875	1.815.166	2.045.257	+33%

Fonte: IBGE (1995,2000,2010).

É possível observar que a população urbana cresceu continuamente na maioria dos municípios, ressaltando-se São José dos Campos, Taubaté, Jacareí, e Pindamonhangaba. São José do Barreiro, Monteiro Lobato, Jambeiro e Areias, apesar de apresentar uma população menor, também obteve aumento em sua população urbana. Em contrapartida, a população rural diminuiu nesses municípios, com exceção de Jambeiro, que apresentou um aumento de 45,5% e Monteiro Lobato com aumento de 6,7% entre 1991 e 2010 (Tabela 4.21).

As estatísticas demográficas mostram que a população urbana tem aumentado nas áreas onde o reflorestamento está mais concentrado, enquanto a população rural vem diminuindo. Nas regiões com menor concentração de áreas reflorestadas, ocorreu o oposto no período analisado. Os dados sugerem uma possível tendência, a qual merece ser investigada em estudos futuros.

Tabela 4.21– Distribuição da população urbana e rural por município 1991 e 2010.

Municípios	Urbana (10 ⁴)		Variação	Rural (10 ⁴)		Variação
	1991	2010	%	1991	2010	%
Aparecida	3,25	3,44	0,1	0,06	0,05	-0,2
Areias	0,17	0,24	0,4	0,15	0,12	-0,2
Caçapava	5,83	7,25	0,2	0,77	1,22	0,6
Cachoeira Paulista	1,87	2,45	0,3	0,44	0,55	0,2
Canas	*	0,40	*	*	0,03	*
Cruzeiro	6,59	7,50	0,1	0,26	0,19	-0,3
Cunha	0,89	1,21	0,4	1,44	0,96	-0,3
Guaratinguetá	9,44	10,67	0,1	0,76	0,53	-0,3
Itatiaia	0,98	2,78	1,8	0,62	0,09	-0,8
Jacareí	15,70	20,82	0,3	0,68	0,29	-0,6
Jamboiro	0,13	0,25	0,9	0,19	0,27	0,5
Lagoinha	0,21	0,31	0,5	0,24	0,17	-0,3
Lavrinhas	0,36	0,60	0,6	0,10	0,05	-0,5
Lorena	6,96	8,01	0,2	0,34	0,23	-0,3
Monteiro Lobato	0,11	0,17	0,5	0,21	0,23	0,1
Natividade da Serra	0,22	0,27	0,2	0,41	0,38	-0,1
Paraibuna	0,58	0,52	-0,1	0,90	1,21	0,3
Pindamonhangaba	9,56	14,17	0,5	0,64	0,52	-0,2
Piquete	1,37	1,32	0,0	0,09	0,08	-0,1
Potim	*	1,47	*	*	0,46	*
Queluz	0,64	0,92	0,4	0,12	0,20	0,6
Redenção da Serra	1,67	0,22	0,3	0,23	0,16	-0,3
Resende	7,57	11,23	0,5	1,60	0,74	-0,5
Roseira	0,49	0,91	0,8	0,12	0,04	-0,6
Santa Branca	0,91	1,21	0,3	0,11	0,16	0,4
São José do Barreiro	0,20	0,28	0,4	0,18	0,12	-0,3
São José dos Campos	42,55	61,71	0,5	1,68	1,28	-0,2
São Luiz do Paraitinga	0,50	0,61	0,2	0,48	0,42	-0,1
Silveiras	0,16	0,28	0,7	0,32	0,29	-0,1
Taubaté	19,78	27,26	0,4	0,91	0,60	-0,3
Tremembé	2,43	3,69	0,5	0,32	0,40	0,2
Total	136,32	192,53	0,4	14,31	12,37	-0,1

Legenda: * = sem informação
 Fonte: IBGE (1991,2010).

A população rural apresentou uma distribuição mais heterogênea entre os municípios. Observa-se uma queda da população rural em São José dos Campos no ano de 2000 (61%) e um crescimento em 2010 (94,85%), voltando a ser a maior entre os municípios. Em Taubaté, a população teve um pico em 2000 ultrapassando São José dos Campos, no entanto reduziu em 58% no ano de 2010. Em Jacareí e Itatiaia também houve aumento da população rural em 2000 e redução da mesma em 2010. Em Potim houve um crescimento notório, fato também percebido em Caçapava, Paraibuna e Cunha. Roseira, Lavrinhas, Canas, Redenção da Serra, São José do Barreiro e Areias apresentaram diminuição da população rural ao longo dos anos, além de serem as menores se comparadas aos demais municípios.

4.4.6 Síntese dos resultados

De modo geral, a paisagem da área de estudo é marcada pela diversidade, no que diz respeito às diferentes proporções de classes de cobertura florestal, bem como pelas atividades socioeconômicas. Assim, algumas regiões apresentam lógicas diferentes. Áreas onde se concentram as maiores densidades populacionais e atividades econômicas, como Paraibuna, Pindamonhangaba, São Luiz do Paraitinga, Guaratinguetá, Redenção da Serra e Natividade da Serra se destacam pela presença de áreas reflorestadas em larga escala, em detrimento da relevante perda das áreas de remanescentes florestais. Além disso, o crescimento da silvicultura nesses municípios é acompanhado pelo aumento da renda nos setores de indústrias, serviços e pecuária. A área de estudo possui municípios com diferentes graus de industrialização e urbanização. Os municípios em que houve um aumento mais evidente na renda per capita referente a serviços, indústrias e agropecuária entre 2002 e 2016 (Tabela 4.19), como São José dos Campos, Taubaté, Cunha, Pindamonhangaba e Jacareí, também apresentaram crescimento populacional urbano entre 1991 e 2010, em detrimento da diminuição da população rural (Tabela 4.21). Essa dinâmica observada também é acompanhada pelo aumento das áreas de reflorestamento nesses municípios.

5. DISCUSSÕES

5.1 Variação líquida da cobertura florestal

Os resultados encontrados nesse trabalho se assemelham aos encontrados por Silva et al. (2018), que reportou uma área de $1,26 \times 10^5$ ha de florestas plantadas e 6×10^3 ha de regeneração na porção centro-sul de São Paulo, revelando a predominância do reflorestamento sobre a regeneração. Contudo, Ferreira et al. (2015) reportaram que para a porção Oeste de São Paulo o crescimento da cobertura florestal não poderia estar atribuído a um aumento dos plantios florestais, os quais aumentaram em apenas $0,33 \times 10^3$ ha, enquanto a regeneração aumentou em $2,91 \times 10^3$ ha no período de 1986 a 2009. Silva et al. (2017) encontraram grandes áreas de reflorestamento comercial no Vale do Paraíba, que apesar do aumento de 130,13% de área de eucalipto (37.500 ha para 86.300 ha), não foi o principal processo associado ao ganho líquido na cobertura florestal entre 1985 e 2011. Os resultados encontrados por Silva et al. (2017) revelaram que 74% das novas áreas florestais no Vale do Paraíba ocorreram em áreas abandonadas com pastagens degradadas, as quais deram espaço à regeneração, processo que pode explicar a ocorrência da transição florestal.

O Vale histórico em São Paulo situa-se nas divisas entre Minas Gerais e Rio de Janeiro, cercado pelas Serras da Bocaina e da Mantiqueira, foi uma importante região econômica durante o ciclo do café (séc. XIX). O Vale histórico apresenta áreas extensas e conectadas de remanescentes florestais, como observado em Resende, Itatiaia e São José do Barreiro. Esse último está incluso em parte do Parque Nacional da Serra da Bocaina, que é uma importante área institucional que interliga São Paulo e Rio de Janeiro, desempenhando um papel importante para a biodiversidade e funcionamento ecossistêmico. O valor da área de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica estimado em 23% do total da área de estudo está de acordo com os 20% estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei 4771/65) para a Mata Atlântica. Ao contrário dos resultados reportados por Silva et al. (2018), em que as

áreas de remanescentes florestais nos dois períodos analisados pelos autores correspondiam a apenas 15% da área total.

Lima (2012) utilizou modelagem para simular os processos de desmatamento e regeneração na Mata Atlântica no ano de 2008 para o ano de 2030, os resultados mostraram que as probabilidades de regeneração são mais altas nas regiões próximas a remanescentes e em áreas de topografia acidentada, como a Serra da Mantiqueira, na divisa dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Ao longo de cursos d'água aparecem zonas de maior chance de regeneração. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados neste trabalho, em que grandes áreas de regeneração foram encontradas próximas a Serra da Mantiqueira e na divisa entre São Paulo e Rio de Janeiro, como em Itatiaia, Resende e Piquete.

A análise da distribuição de áreas de FRMA em relação à distância do rio mais próximo mostrou que a maioria encontra-se em um raio mais distante dos rios, com redução das áreas ao longo dos anos, ao contrário dos resultados encontrados por Silva et al. (2018), que identificaram uma maior concentração e conectividade dos fragmentos de remanescentes florestais nas matas de galeria na porção centro-sul de São Paulo. Em Paraibuna, foi possível visualizar, em campo, várias represas que não apresentavam áreas de preservação permanente, por vezes desmatadas ou com presença de plantios de eucalipto. Essas áreas demandam uma atenção maior visando à manutenção da biodiversidade e cumprimento de legislações ambientais. No entanto, Ferreira et al. (2015) também identificaram que a maioria dos fragmentos florestais estava localizada a pelo menos 200 m dos leitos dos rios, mostrando o esgotamento generalizado das zonas de preservação obrigatória de áreas ribeirinhas.

Silva et al. (2018) discutem à luz dos conceitos propostos por Rudel et al. (2005) que a influência do setor florestal sobre a transição florestal observada no estudo está relacionada à ideia da “escassez de produtos florestais” e do “caminho do desenvolvimento econômico”, visto que o aumento das plantações florestais e seus produtos nos últimos anos vêm

fornecendo madeira para os mercados nacional e internacional, retirando pressão sobre a cobertura florestal original restante.

5.2 Plantações de árvores comerciais

No Brasil, a área total de árvores plantadas totalizou 7,84 milhões de hectares em 2016, apresentando um aumento de 0,5% em relação ao ano anterior, resultante exclusivamente do aumento das áreas com eucalipto (5,7 milhões de hectares), sendo que 34% desse total pertence ao segmento de celulose e papel; seguido dos 29% referentes a proprietários pequenos e independentes e médios produtores do programa de fomento florestal e que buscam comercializar madeira *in natura*; em terceira posição, os 14% da área plantada total do país são destinadas aos segmentos de siderurgia e carvão vegetal. Do total de área com eucalipto do país, 17% se encontram em São Paulo, posicionado como o segundo maior produtor do país, logo atrás de Minas Gerais (24%) e seguido pelos 15% pertencentes a Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2017).

A área consolidada total de florestas plantadas (Eucalipto e Pinus) em São Paulo aumentou 5%, de 1.130.332 para 1.186.497 hectares entre 2006 e 2012. Além disso, a proporção entre eucalipto e pinus era de pouco mais de 80% para eucalipto, enquanto as áreas com pinus ocupavam menos de 20%, tanto em 2006 quanto em 2012 (ABRAF, 2013).

Durante a visita em campo, também foram observados antigos plantios de eucalipto com aparência de abandono, sem tratamentos culturais, alguns embargados por motivos políticos e econômicos. Essas áreas extensas contribuem com a área mapeada como reflorestamento, as quais podem não ter sido consideradas nas estatísticas agrícolas e censos agropecuários por estarem inoperantes.

Entre 2013 e 2014, o Produto Interno Bruto (PIB) do setor brasileiro de árvores plantadas aumentou em 1,7%, um total de R\$ 60,62 bilhões de reais (valor atualizado para R\$76,75 bilhões de reais constantes), ressalta-se que a expansão do volume de exportações de celulose

(12,6%) exerceu um importante papel nesse desempenho. Além de representar 1,1% de toda a riqueza gerada no País, também representa 5,5% do PIB industrial brasileiro, segundo dados fornecidos pela Empresa Pöyry (IBÁ, 2015).

O ano de 2016 foi desafiador para a indústria brasileira de árvores plantadas. Apesar das adversidades, como a recessão do PIB por dois anos consecutivos, avanço do processo inflacionário e troca de governo, o mercado da silvicultura se mostrou resiliente ao representar 6,2% do PIB industrial, uma contribuição maior ao PIB industrial do Brasil em relação a 2014. Entre 2015 e 2016 a produção de celulose aumentou em 8,1%, levando o Brasil à posição de segundo maior produtor mundial de celulose, e em oitavo lugar entre os maiores produtores mundiais de papel (IBÁ, 2015, 2017).

Durante o trabalho de campo, foi identificado um padrão de plantios de eucalipto em algumas áreas montanhosas. Enquanto nas porções das montanhas voltadas para o norte havia plantios de eucalipto em sua maioria, nas faces voltadas ao sul era comum a presença de mata nativa, esse padrão também foi observado no processo de classificação da cobertura florestal. Em paralelo à expansão da pecuária, que vêm aumentando ao longo dos anos analisados, o avanço das áreas de reflorestamento tem sido uma importante contribuição à cobertura florestal, superando a regeneração natural.

5.3 Demografia

O êxodo rural é considerado um dos fatores associados à recuperação florestal, juntamente com processos como a urbanização, a industrialização e a intensificação agrícola (FERREIRA et al, 2015; RUDEL et al. 2009; PFAFF e WALKER 2010; RUDEL et al. 2010). De acordo com Matter (1998), a perda da população rural para os centros urbanos em busca de melhores condições de trabalho, levaria à escassez na força de trabalho no campo, seguida do aumento salarial rural, e como consequência tornaria a atividade agrícola em áreas remotas não lucrativas. Assim, regiões de pousio, pastagem e os campos seriam

deixados para a regeneração da floresta. Essa teoria corrobora com os resultados observados neste estudo, que em parte dos municípios com áreas de regeneração ocorreu êxodo rural, como Guaratinguetá, Natividade da Serra, Redenção da Serra e São Luiz do Paraitinga, acompanhado pelo aumento da renda associada a indústrias, agropecuária e do crescimento urbano. Enquanto que Silva et al. (2018) ressaltam que apesar da renda média mensal no meio rural tenha aumentado mais que a renda urbana em 12%, ainda assim a população rural reduziu-se em 21,2% entre 1991 e 2010.

No caso particular da área de estudo de Ferreira et al. (2015), os dados dos censos demográficos apontaram o aumento da população urbana simultâneo à diminuição da população rural, indicando a mudança da força de trabalho rural. Segundo os autores, esse fator pode estar associado a algum nível de industrialização e urbanização, e ainda assim, não estar associado à recuperação florestal e larga escala.

5.4 Indústrias e serviços

Nos últimos cinquenta anos o Vale do Paraíba vem passando por uma transição socioeconômica, de ser caracterizada predominantemente pela produção agrícola para uma economia industrializada, contribuindo de forma relevante para o PIB do Estado de São Paulo (BOFFI et al. 2006; ITANI et al. 2011; SILVA et al., 2017).

Mather & Needle (1998) e Rudel et al. (2010) relacionam a transição florestal aos processos de urbanização e industrialização, no caso deste estudo, a transição florestal parece estar mais relacionada aos processos de reflorestamento (acompanhado pelo crescimento da industrialização e urbanização) do que à regeneração florestal.

Dados dos censos e estatísticas agrícolas corroboram com o que foi observado em campo, indicando que a agricultura é menos representativa na área de estudo (Tabelas 4.12 e 4.13), ocorrendo em menor escala, distribuída em pequenas áreas de cultivo, geralmente próximas a grandes áreas de reflorestamento e também próximo de estradas e rodovias,

como o caso da Rodovia Presidente Dutra (BR-116 ou SP-060). De acordo com Silva et al. (2017), a Rodovia Presidente Dutra conecta áreas urbanas contínuas que concentram 90% da população, empregos e capital da região, caracterizando-se como o principal polo econômico regional do Vale do Paraíba, composto por indústrias com diversos segmentos, como automobilística, têxtil, aeronáutica, produção de papel e celulose, entre outros.

5.5 Agropecuária

As áreas agrícolas diminuíram ao passo que as áreas de regeneração aumentaram em partes da região de estudo, como ocorreu em Aparecida, Caçapava e Natividade da Serra, esse resultados corroboram com a teoria da transição florestal postulada por Mather & Needle (1998), que relacionam a desaceleração das taxas de crescimento populacional e a ocorrência de revoluções técnicas na agricultura, levando ao aumento da produtividade agrícola e diminuindo a pressão sobre as florestas em busca de expansão das áreas agrícolas. Como consequência, as áreas que antes poderiam estar destinadas à agricultura passam a ceder espaço para o processo de regeneração.

Os resultados deste estudo revelam uma dinâmica oposta àquelas encontradas por Silva et al. (2018) e Ferreira et al (2015), que encontraram uma diminuição na produção de leite acompanhada pelo aumento na produção de cana-de-açúcar na região de Presidente Prudente. Camara e Caldarelli (2016) reportam que a expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre 1995 a 2013 afetou a área destinada às culturas temporárias e permanentes, ocorrendo redução de 32,4% nas culturas permanentes, como laranja, tangerina e lima.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal investigar a ocorrência de transição florestal na área de estudo e identificar os principais processos associados às mudanças da cobertura florestal. O aumento líquido de 13% na cobertura florestal total entre o período 2006-2018 sugere que está ocorrendo uma transição florestal na área de estudo, a qual parece estar mais associada ao processo de reflorestamento, enquanto que a contribuição das áreas de regeneração foi mínima para a área total, ocorrendo em pequena escala.

Os resultados sugerem que em regiões que concentram áreas mais urbanizadas e industrializadas, a expansão do reflorestamento é um importante processo para a transição florestal na área de estudo, acompanhada pela expansão da pecuária. Nas regiões menos industrializadas e urbanizadas, como o Vale Histórico, apresentam áreas extensas e conectadas de remanescentes de Mata Atlântica, contribuindo para a manutenção da biodiversidade. As áreas de regeneração em 2018 ocorreram tanto em municípios onde há uma grande importância do processo de reflorestamento, a exemplo de São Luiz do Paratinga, Natividade da Serra e Taubaté, quanto em municípios com menor grau de desenvolvimento industrial e urbano, como Silveiras, Potim e Piquete.

A análise espacial dos fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica em relação ao rio mais próximo mostrou que cerca de 70% dos fragmentos estão situados a pelo menos 50 metros dos leitos dos rios, indicando que o cumprimento da Lei Nº 12.651 do Código Florestal merece uma maior atenção. Apesar das áreas de fragmentos de remanescentes de Mata Atlântica terem diminuído ao longo dos anos analisados, as áreas de regeneração aumentaram no mesmo período, sendo que pelo menos 25% dessas áreas regeneradas, referentes a 2018, encontravam-se dentro de um raio de 50 m de distância do rio mais próximo. No entanto, ainda é cedo para afirmar se está ocorrendo uma restauração das matas de galeria.

Houve dificuldades na execução deste estudo, principalmente em relação ao mapeamento e validação da transição florestal. As áreas de regeneração, geralmente muito pequenas, nem sempre são possíveis de serem detectadas em imagens Landsat (média resolução espacial). No geral, a resposta espectral das áreas de regeneração é semelhante à de outras classes de cobertura florestal, o que pode causar confusão espectral. A necessidade de analisar o passado na série temporal e a confusão espectral das classes de cobertura florestal tornou obrigatória a edição das classificações para identificar a regeneração. Existem outros classificadores, porém neste estudo foi escolhido o MAXVER pela praticidade e rapidez no processamento. O mapeamento da regeneração envolveu um oneroso trabalho de edição vetorial e a interpretação visual de uma série temporal relativamente longa.

Fatores como a menor disponibilidade de imagens anteriores a 1995, além da menor resolução espacial do sensor MSS (60 m) e a cobertura de nuvens em parte das imagens entre 1975 a 1986, tornaram mais difícil a identificação das áreas de regeneração em 1995 em relação aos demais anos de análise. Outros dados de sensoriamento remoto poderiam melhorar o desempenho do trabalho, como a utilização de imagens de altas resoluções espacial e temporal. O emprego de técnicas de programação poderia automatizar e acelerar os processos manuais.

Em relação aos dados dos censos e estatísticas agrícolas e demográficas, é importante salientar que as metodologias adotadas nos levantamentos do IBGE são atualizadas periodicamente, podendo influenciar nos valores apresentados. Outro fator limitante desses dados são as lacunas existentes nas séries temporais dos censos e estatísticas.

A integração entre os dados de sensoriamento remoto e de censos agrícolas e demográficos foram essenciais para compreender quais os principais processos associados às mudanças da cobertura florestal na área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. The natural organization of brazilian inter- and subtropical landscapes. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.21, n.1/2, p.57-70, 2000.
- ALMEIDA, F.F.M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, 1964. p.167-263.
- ALVES, D.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. K.; ALMEIDA, S. A. S.; DE SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v.3, p.451– 461, 1997.
- ALVES, H. P. F. **Análise dos fatores associados às mudanças na cobertura da terra no Vale do Ribeira através da integração de dados censitários e de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 2004. (Textos Nepo, 47).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTAS - ABRAF. **Anuário estatístico 2013**: ano base 2012, Brasília, DF: ABRAF, 2013. 150p.
- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP. **Plano de recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**: resumo: diagnóstico dos recursos hídricos: relatório técnico final. Resende, RJ: AGEVAP, 2006.
- BATISTELLA, M. **Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon**. 2001. 399p. Tese (Doutorado em Filosofia) - Indiana University, Bloomington 2001.
- BAUMANN, M. et al. Using the Landsat record to detect forest-cover changes during and after the collapse of the Soviet Union in the temperate zone of European Russia. **Remote Sensing of Environment**, v. 124, p. 174-184, 2012.
- BECKER, B. K. A Amazônia na estrutura espacial do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 3-36, 1974.

BENTES, J.C.G. **Dispersão urbana no Médio Paraíba Fluminense**. 2014. 431p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BERNARDES, T. **Caracterização do ambiente agrícola do Complexo Serra Negra por meio de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica**. 2006. 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006. Disponível em:
<<http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Teses/Tiago/Tiagodissertacao.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

BISTRICHI, C. A.; CAMPANHA, V. A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; SILVA, R. B. Perfil geoeconômico mineral do Município de Jacareí, SP. **Série Geociências**, v. 1, n. 3, p.52-71, 1996.

BOFFI, S. A. N. O.; RICCI, F.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. Análise histórica da região do Vale do Paraíba como atrativo para a implantação da indústria de base (1930-1980). **Revista Univap**, v.13, n.24, p.3059-63, 2006.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Das definições, objetivos e princípios do regime jurídico do bioma mata atlântica**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 17 de fev. 2018.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 14 mar. 2019.

BRESOLIN, C. C. et al. **Fragmento ou remanescente?** In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10., 2011, São Lourenço-MG. **Anais...** 2011.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change**: theoretical and modeling approaches. Morgantown: West Virginia University, 2000.

BROWN, S.; LUGO, A. Tropical secondary forests. **Journal of tropical Ecology**, v.6, p.1-32, 1990.

BUTTEL, F.H. Classical theory and contemporary environmental sociology: some reflections on the antecedents and prospects for reflexive modernization theories in the study of environment and society. In: SPAARGAREN, G.; MOL, A.P.J.; BUTTEL, F.H. (Eds.). **Environment and global modernity**. London: SAGE, 2000. p.17-40.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v.20, p.37-46, 1960.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 137p.

COLUMBUS, N.; MARIANO, I. B.; TEISSEDRE, J.M. Desenvolvimento de água subterrânea na região do Vale do Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1.; 1980. **Anais...** 1980. p.229-302. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23868/1594>. Acesso em: 20 fev. 2018.

CORDEIRO, M.P. **Planejamento territorial regional e proteção ambiental: o caso do Vale do Paraíba paulista**. 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

COWELL, R. N. **Manual of remote sensing**. 2 ed. Falls Church: ASP&RS, 1983.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa, 2013.

ESPINDOLA, G. M. et al. Agricultural land use dynamics in the Brazilian Amazon based on remote sensing and census data. **Applied Geography**, v. 32, n. 2, p. 240-252, 2012.

FARINACI, J. S. **As novas matas do estado de São Paulo: um estudo multiescalar sob a perspectiva da teoria da Transição florestal**. 2012.

183p. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

FERREIRA, M. P.; ALVES, D. S.; SHIMABUKURO, Y. E. Forest dynamics and land-use transitions in the Brazilian Atlantic Forest: the case of sugarcane expansion. **Regional Environmental Change**, v. 15, n. 2, p. 365-377, 2015.

FERREIRA, E.; DANTAS, A.A.A.; MORAIS, A.R. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 939-946. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.10.14.40/doc/887894.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A .O. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2007. Florianópolis, SC. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5755-5762.

FOODY, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, p. 185– 201, 2002.

FONSECA, G. A. B. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.34, n.1, p.17–34, 1985. DOI:10.1016/0006-3207(85)90055-2.

FOSTER, A.; ROSENZWEIG, M. Economic growth and the rise of forests. **The Quarterly Journal of Economics**, v.118, p.601–637, 2003.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Relatório anual 2016**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2013/05/AF_RA_SOSMA_2016_web.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2017.

GEIST, H .J.; LAMBIN, E. F. **What drives tropical deforestation?** Lovain la Neuve: CIACO, 2001. 116p. (LUCC Report series, 4).

GIRI, C.; PENGRA, B.; LOVELAND, T. R. Next generation of global land cover characterization, mapping and monitoring. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 25, p.30–37, 2013.

GODOY, M. M. **Cana-de-açúcar e tradição**: breve ensaio sobre o evolver histórico do setor canavieiro de Minas Gerais. Belo Horizonte: Instituto Cultural Flávio Gutierrez; Museu de Artes e Ofícios, 2003 (Ensaio).

GRAINGER, A. The forest transition: an alternative approach. **Area**, v.27, p.242–251, 1995a.

GRAINGER, A. National land use morphology: patterns and possibilities. **Geography**, v.20, p.235–245, 1995b.

GRAINGER, A. Environmental globalization and tropical forests. **Globalizations**, v.2, p.335–348, 2005.

GUEDES, M. L. S. et al. Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In: ROCHA, P. et al. (Org.). **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Edufba, 2005, p.39-92.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1.) Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Economia**. Disponível em: < https://ww2.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#economia>. Acesso em: 22 fev. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Ibá 2015**. Disponível em: < https://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Ibá 2017**. Disponível em: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 12 mar. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/>. Acesso em: 18 fev. 2018.

ITANI, M. R.; BARROS, C.M.; FIGUEIREDO, F.E.L.; ANDRADE, M. R. N.; MANSOR, M. T. C.; MANGABEIRA, R. L.; CARVALHO, V. S. (Eds.). **Subsídios ao planejamento ambiental: Unidade de gerenciamento de recursos hídricos Paraíba do Sul-UGRHI 02.** São Paulo: SMA, 2011.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing.** Englewood Cliffs: Prentice - Hall, 1986. 51 p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LAMBIN, E. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions**, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

LAMBIN, E. F.; BAULIES, X.; BOCKSTAEL, N.; FISCHER, G.; KRUG, T.; LEEMANS, R.; MORAN, E. F.; RINDFUSS, R. R.; SATO, Y.; SKOLE, D.; TURNER, B. L.; VOGEL, C. **Land-use and land-cover change (LUCC): implementation strategy.** Stockholm Bonn: IGBP, 1999. 125p.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. Global land-use/land-cover changes: what have we learned so far? **IGBP Global Change Newsletter**, n.46, p 27–30, 2001.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. **Land-use and land-cover change.** Berlin: Springer, 2005.

Landis, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, p.159–174, 1977.

LIMA, C. M. G. **Modelagem de transição florestal na Mata Atlântica.** Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em:
<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/MPBB8UBP5/P/1/disserta_ao_carolina_guilen.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2019.

LIRA, P. K. et al. Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. **Forest Ecology and Management**, v. 278, p. 80-89, 2012.

LU, D. et al. Linear mixture model applied to Amazonian vegetation classification. **Remote Sensing of Environment**, v.87, p.456–469, 2002.

LU, D. **Estimation of forest stand parameters and application in classification and change detection of forest cover types in the Brazilian Amazon basin**. Dissertação (Mestrado) - Indiana State University, Terre Haute, 2001.

MACHADO, L. A fronteira agrícola na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.54, n.2, p.1 - 120, abr./jun. 1992.

MATHER, A.S. The forest transition. **Area**, v.24, n.4, p.367-379, 1992.

MATHER, A.S. **Global Forest Resources**. London: Bellhaven Press, 1990.

MATHER, A.S.; NEEDLE, C.L. The forest transition: a theoretical basis. **Area**, v.30, p.117–124, 1998.

MATHER, A.S. Recent Asian forest transitions in relation to forest-transition theory. **International Forestry Review**, v.9, p.491–501, 2007.

MATHER, A.S.; FAIRBAIRN, J. Fromfloods to reforestation: the forest transition in Switzerland. **Environment and History**, v.6, p.399–421, 2000.

MATHER, A.S. Forest transition and the reforestation of Scotland. **Scottish Geographical Journal**, v.120, p.83–98, 2004.

MAUSEL, P. et al. Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon. **Geocarto International**, v.8, n.4, p.61-71, 1993.

MORAN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S. Land-use change after deforestation in Amazonia. In: LIVERMAN, D.; MORAN, E. F.; RINDFUSS, R. R.; STERN, P. C. (Eds.). **People and pixels: linking remote sensing and social science**. Washington, DC: National Academy Press, 1998. p.94-120.

MULLER, N. L. **O fato urbano na Bacia do Rio Paraíba - SP**. Rio de Janeiro: IBGE. 1969.

NEGRI, R.G. et al. Classificação da cobertura da terra na Amazônia utilizando Imagens Polarimétricas em Banda L e Máquina de Vetores Suporte. INPE: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, p.7863-7869. 2009.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 308p.

PARROTAA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONESC, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, v.99, n.1/2, p.1-7, 1997.

PASSO, D. P. **Análise da qualidade de classificadores para identificação de alvos urbanos em imagens de alta resolução espacial: uma aplicação com as imagens do satélite Worldview II**. 2013. 106p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PFAFF, A.; WALKER, R. Regional interdependence and forest “transitions”: substitute deforestation limits the relevance of local reversals. **Land Use Policy**, v.27, n.2, p.119–129. 2010. DOI:10.1016/j.landusepol.2009.07.010.

PERZ, S.G. Grand theory and context-specificity in the study of forest dynamics: forest transition theory and other directions. **The Professional Geographer**, v.59, n.1, p.105-114, 2007a.

PERZ, S.G. Reformulating modernization-based environmental social theories: challenges on the road to an interdisciplinary environmental science. **Society and Natural Resources**, v.20, p.415–430, 2007b.

PERZ, S.G.; SKOLE, D.L. Secondary forest expansion in the Brazilian Amazon and the refinement of forest transition theory. **Society and Natural Resources**, v.16, p.277-294, 2003.

PONZONI, F.J. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a Mata Atlântica**. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, cap.8, 28p. 2002.

REIS, M.S. **Deteção de mudanças de uso e cobertura da terra utilizando dados óticos e de micro-ondas em uma região da**

Amazônia Brasileira. 2014. 292p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos-SP, 2014.

RICCI, F. **Indústrias têxteis na periferia:** origens e desenvolvimento: o caso do Vale do Paraíba. Taubaté: Cabral, 2006.

RUDEL, T.K. Is there a forest transition? deforestation, reforestation, and development. **Rural Sociology**, v.63, n.4, p. 533-552, 1998.

RUDEL, T.K.; COOMES, O.T.; MORAN, E.F.; ACHARD, F.; ANGELSEN, A.; XU, J.; LAMBIN, E. Forest transitions: towards a global understanding of the land use change. **Global Environmental Change**, v.15, p.23-31, 2005.

RUDEL, T.K.; SCHNEIDER, L.; URIARTE, M.; TURNER, B.L. II; DEFRIES, R.; LAWRENCE, D.; GEOGHEGAN, J.; HECHT, S.; ICKOWITZ, A.; LAMBIN, E.F.; BIRKENHOLTZ, T.; BAPTISTA, S.; GRAU, R. Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.106, n.49, p.20675–20680, 2009.DOI:10.1073/pnas.0812540106.

SHERBININ, A. **Land-use and land-cover change:** a CIESIN thematic guide. Palisades, NY: Center for International Earth Science Information Network of Columbia University, 2002. Disponível em: http://sedac.ciesin.columbia.edu/tg/guide_main.jsp. Acesso em: 02 fev. 2018.

SILVA, A. L.; ALVES, D. S.; FERREIRA, M. P. Landsat-based land use change assessment in the Brazilian Atlantic Forest: forest transition and sugarcane expansion. **Remote Sensing**, v. 10, n. 996, p.1-20, 2018.

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Drivers of land change: human-environment interactions and the Atlantic forest transition in the Paraíba Valley, Brazil. **Land Use Policy**, v. 58, p. 133-144, 2016.

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest, Brazil. **Environmental Science and Policy**, v.74. p.14-22, 2017.

SMITH, J.; van de KOP, P.; REATEGUI, K.; LOMBARDI, I.; SABOGAL, C.; Diaz, A. **Can secondary forests compensate for primary forest destruction?** implications from small-scale farms in the Peruvian Amazon. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research, 1997.

SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008-2010:** relatório parcial. São Paulo: Fundação SOS Mata atlântica, 2011.

TABARELLI, M.; SILVA, M.J.C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of Neotropical Forests. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p.1419–1425, 2004.

TURNER, B. L.; ALI, A. M. S. Induced intensification: agricultural change in Bangladesh with implications for Malthus and Boserup. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.93, p.14984–14991, 1995.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 4-7:** surface reflectance product guide. 2017. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/le-daps_product_guide.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2018.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8:** surface reflectance product guide. 2016. Disponível em: https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/provisional_lasrc_product_guide.pdf. Acesso em: 17 fev. 2018.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat:** surface reflectance product guide. Washington, DC: USGS, 2017.

VAPNIK, V. **The Nature of Statistical Learning Theory**. New York: Springer-Verlag, 1995.

VASCONCELOS, P. C. S. **Fitossociologia de uma vegetação em sucessão secundária, no Vale do Paraíba, São Paulo**. 1992. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

VIERA, A.J.; GARRETT, J.M. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. **Family Medicine**, v. 37, p.360–363, 2005.

WALKER, R.T. Theorizing land-cover and land-use change: the case of tropical deforestation. **International Regional Science Review**, v.27, n.3, p.247–270, 2004.

YEO, I.Y.; HUANG, C. Revisiting the forest transition theory with historical records and geospatial data: a case study from Mississippi (USA). **Land Use Policy**, v. 32, p. 1-13, 2013.

APÊNDICE A – TABELAS

A.1: Coordenadas geográficas dos pontos coletados em campo.

Tabela A.1: Coordenadas geográficas dos pontos coletados em campo.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
1	REF	-45,7200	-23,3880	
2	REF	-45,6880	-23,2430	
3	REF	-45,6860	-23,2370	
4	REF	-45,6840	-23,2490	
5	REF	-45,7280	-23,2650	
6	REF	-45,6980	-23,2840	
7	REF	-45,7050	-23,4130	
8	REF	-45,7130	-23,4070	
9	REF	-45,7620	-23,4270	
10	REF	-45,7640	-23,4290	
11	REF	-45,7670	-23,4290	
12	REF	-45,7730	-23,4220	
13	REF	-45,8870	-23,4280	
14	REF	-45,8830	-23,4210	
15	REF	-45,8820	-23,4820	Recente
16	REF	-45,8740	-23,4730	Recente
17	REF	-45,8710	-23,4730	
18	REF	-45,6660	-23,4580	
19	REF	-45,6570	-23,4640	
20	REF	-45,6640	-23,4610	
21	REF	-45,6490	-23,4640	
22	REF	-45,6500	-23,4630	
23	REF	-45,6080	-23,4470	
24	REF	-45,6080	-23,4430	
25	REF	-45,6050	-23,4450	
26	REF	-45,5220	-23,5560	pinheiro
27	REF	-45,5220	-23,5590	
28	REF	-45,5150	-23,5600	pinheiro
29	REF	-45,4960	-23,5670	pinheiro
30	REF	-45,4290	-23,5310	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
31	REF	-45,3990	-23,5290	
32	REF	-45,3970	-23,5280	
33	REF	-45,3920	-23,5190	
34	REF	-45,3900	-23,5130	
35	REF	-45,3880	-23,5100	
36	REF	-45,3720	-23,5050	
37	REF	-45,3680	-23,4990	
38	REF	-45,3620	-23,4920	
39	REF	-45,3570	-23,4870	
40	REF	-45,3500	-23,4780	
41	REF	-45,3920	-23,4170	
53	REF	-45,6640	-23,1420	
54	REF	-45,6380	-23,1230	
55	REF	-45,6300	-23,1040	
56	REF	-45,6300	-23,1000	
57	REF	-45,4840	-23,1930	
58	REF	-45,4800	-23,1820	abandonado
59	REF	-45,4720	-23,1750	
60	REF	-45,3880	-23,2140	
61	REF	-45,3910	-23,2190	
62	F	-45,3420	-23,2010	
63	REF	-45,3510	-23,2440	
64	REF	-45,3480	-23,2550	
65	REF	-45,3270	-23,2260	
66	REF	-45,3220	-23,2250	
67	F	-45,2600	-23,1200	
68	REF	-45,2590	-23,1250	
69	REF	-45,2710	-23,1180	
70	F	-45,2640	-23,1240	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
71	REF	-45,2720	-23,1140	
72	REF	-45,2200	-23,0880	
73	REF	-45,2340	-23,0840	
74	REF	-45,2480	-23,0920	
75	REF	-45,2510	-23,0870	
76	REF	-45,2330	-23,0760	
77	REF	-45,1760	-23,0580	
78	REF	-45,1800	-23,0590	
79	REF	-45,1490	-23,0460	
80	REF	-45,1360	-23,0300	
81	REF	-45,1300	-23,0390	
82	REF	-45,1220	-23,0210	
83	REF	-45,1330	-23,0160	
84	REF	-45,1480	-22,9940	
85	REF	-45,1460	-22,9990	
86	REF	-45,1540	-22,9920	
87	REF	-45,1560	-23,0020	
88	REF	-45,1520	-22,9900	
89	REF	-45,1540	-23,0060	
90	REF	-45,1670	-22,9920	
91	REF	-45,1820	-22,9960	
92	REF	-45,1840	-22,9980	
93	REF	-45,1910	-22,9990	
138	REF	-45,1540	-22,9920	
140	REF	-45,1520	-22,9900	
142	REF	-45,1670	-22,9920	
157	REF	-44,8210	-22,9730	
158	REF	-44,8250	-22,9830	
159	REF	-44,8390	-22,9800	
160	REF	-44,8200	-22,9810	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
161	REF	-44,8200	-22,9630	
162	REF	-44,8170	-22,9600	
163	REF	-44,8540	-22,8750	
164	REF	-44,8420	-22,8600	
165	REF	-44,8440	-22,8600	
166	REF	-44,8350	-22,8580	
167	REF	-44,8530	-22,8570	
168	REF	-44,8580	-22,8580	
169	REF	-44,8280	-22,6540	
170	REF	-44,8340	-22,6460	
171	REF	-44,8370	-22,6470	
172	REF	-44,8490	-22,6420	
173	REF	-44,8510	-22,6450	
174	REF	-44,8370	-22,6760	
175	REF	-44,8340	-22,6810	
176	REF	-44,8360	-22,6810	
177	REF	-44,8380	-22,6660	
178	REF	-44,7860	-22,6530	
179	REF	-44,8010	-22,6680	
180	REF	-44,7890	-22,6590	
181	REF	-44,7930	-22,6670	
182	REF	-44,7230	-22,6360	
183	REF	-44,7210	-22,6420	
184	REF	-44,7160	-22,6410	
185	REF	-44,7230	-22,6270	
186	REF	-44,7250	-22,5860	
187	REF	-44,7280	-22,5870	
188	REF	-44,7320	-22,5980	
189	REF	-44,7340	-22,5960	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
190	REF	-44,7080	-22,5860	
191	REF	-44,6910	-22,6440	
192	REF	-44,6890	-22,6410	
193	REF	-44,6110	-22,6400	
194	REF	-44,6050	-22,6410	
195	REF	-44,6250	-22,7290	pinheiro
196	REF	-44,6270	-22,7220	eucalipto
197	REF	-44,6260	-22,7260	pinheiro
198	REF	-44,6280	-22,7200	eucalipto
199	REF	-44,8490	-22,5550	
200	REF	-44,8460	-22,5560	
201	REF	-44,8540	-22,5620	
202	REF	-44,8510	-22,5620	
203	REF	-44,8480	-22,5630	
204	REF	-44,8440	-22,5630	
205	REF	-44,8410	-22,5570	
206	REF	-44,8780	-22,5350	
207	REF	-44,8680	-22,5330	
208	REF	-44,8550	-22,5260	
209	REF	-44,8560	-22,5310	
210	REF	-44,8400	-22,5330	
211	REF	-44,8500	-22,5330	
212	REF	-44,8470	-22,5360	
213	REF	-44,8370	-22,5320	
214	REF	-44,8370	-22,5300	
215	REF	-44,8340	-22,5280	
216	REF	-44,8400	-22,5350	
217	REF	-44,8350	-22,5340	
218	REF	-44,8340	-22,5380	
219	REF	-44,8310	-22,5420	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
231	REF	-44,8210	-22,9730	
232	REF	-44,8250	-22,9830	
233	REF	-44,8390	-22,9800	
234	REF	-44,8200	-22,9810	
235	REF	-44,8200	-22,9630	
236	REF	-44,8170	-22,9600	
294	REF	-45,2000	-22,6620	
295	REF	-45,2050	-22,6680	
296	REF	-45,2010	-22,6670	
297	REF	-45,2130	-22,6600	
298	REF	-45,1990	-22,6710	
299	REF	-45,2000	-22,6740	
300	REF	-45,1900	-22,6980	
301	REF	-45,1770	-22,6950	
302	REF	-45,1830	-22,6990	
303	REF	-45,1970	-22,7000	
304	REF	-45,1860	-22,7120	
305	REF	-45,2500	-22,6970	
306	REF	-45,2880	-22,6840	
307	REF	-45,2870	-22,6950	
308	REF	-45,2900	-22,6980	
309	REF	-45,2900	-22,6920	
310	REF	-45,2900	-22,7190	
311	REF	-45,2230	-22,7820	
323	REF	-44,8210	-22,9730	
324	REF	-44,8250	-22,9830	
325	REF	-44,8390	-22,9800	
326	REF	-44,8200	-22,9810	
327	REF	-44,8200	-22,9630	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
328	REF	-44,8170	-22,9600	
357	REF	-44,5940	-22,6470	
359	F	-45,3330	-23,2280	
360	F	-45,1590	-22,6610	
361	F	-45,6540	-23,4700	
362	F	-45,6630	-23,2290	
363	F	-45,6760	-23,2240	
364	F	-45,6870	-23,2380	
365	F	-45,6810	-23,2440	
366	F	-45,7220	-23,2570	
367	F	-45,7190	-23,3830	
368	F	-45,7100	-23,4120	
369	F	-45,7120	-23,4030	
370	F	-45,7130	-23,4060	
371	REG	-45,7120	-23,3960	EMBAUBA
372	F	-45,7640	-23,4320	
373	F	-45,7720	-23,4210	
374	REG	-45,7850	-23,4300	EMBAUBA
375	F	-45,8600	-23,3970	
376	F	-45,8670	-23,4000	
377	F	-45,8860	-23,4230	
378	F	-45,8810	-23,4300	
379	F	-45,8830	-23,4330	
380	F	-45,8660	-23,4410	
381	F	-45,8760	-23,4820	
382	F	-45,8770	-23,4780	
383	F	-45,8820	-23,4750	
384	F	-45,8710	-23,4650	
385	F	-45,8750	-23,4900	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
386	F	-45,7950	-23,5060	
387	F	-45,7940	-23,4960	
388	F	-45,7930	-23,4970	
389	F	-45,5490	-23,5120	
390	F	-45,5240	-23,5500	
391	F	-45,5090	-23,5600	
392	F	-45,5060	-23,5640	
393	F	-45,5010	-23,5670	
394	F	-45,5010	-23,5650	
395	F	-45,5010	-23,5660	Parque Estadual da Serra do Mar
396	F	-45,4860	-23,5750	
397	F	-45,4750	-23,5810	
398	F	-45,4590	-23,5800	
399	F	-45,4230	-23,5310	
400	F	-45,4250	-23,5270	
401	F	-45,4240	-23,5290	
402	F	-45,4160	-23,5270	
403	F	-45,4030	-23,5260	
404	F	-45,4000	-23,5290	
405	F	-45,3980	-23,5220	
406	F	-45,3960	-23,5230	
407	F	-45,3920	-23,5170	
408	F	-45,3780	-23,5080	
409	F	-45,3770	-23,5120	
410	F	-45,3760	-23,5080	
411	F	-45,3750	-23,5080	
412	F	-45,3670	-23,4980	
413	F	-45,3620	-23,4900	
414	F	-45,3560	-23,4870	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
415	F	-45,3480	-23,4730	
416	F	-45,3520	-23,4700	
417	F	-45,3580	-23,4750	
418	F	-45,3650	-23,4640	
419	F	-45,3880	-23,4210	
420	F	-45,3860	-23,4210	
421	F	-45,3890	-23,4160	
435	F	-45,6600	-23,1070	
436	F	-45,5750	-23,1100	
437	F	-45,4800	-23,1830	
438	F	-45,4840	-23,1890	
439	F	-45,4720	-23,1820	
440	F	-45,4610	-23,1830	
441	F	-45,3800	-23,2000	
442	F	-45,3760	-23,2010	
443	F	-45,3850	-23,1970	
444	F	-45,3530	-23,2020	
445	F	-45,3430	-23,2160	
446	F	-45,3480	-23,2010	
447	F	-45,3540	-23,2260	
448	F	-45,3580	-23,2270	
449	F	-45,3570	-23,2370	
450	F	-45,3530	-23,2380	
451	F	-45,3570	-23,2390	
452	F	-45,3570	-23,2420	
453	F	-45,3510	-23,2460	
454	F	-45,3460	-23,2200	
455	F	-45,3390	-23,2280	
456	F	-45,3350	-23,2220	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
457	F	-45,3440	-23,2290	
458	F	-45,2620	-23,1110	
459	F	-45,2650	-23,1160	
460	F	-45,2240	-23,0900	
461	F	-45,2410	-23,0870	
462	F	-45,2460	-23,0850	
463	F	-45,2410	-23,0860	
464	F	-45,2430	-23,0820	
465	F	-45,2480	-23,0830	
466	F	-45,2320	-23,0820	
467	F	-45,1690	-23,0510	
468	F	-45,1550	-23,0420	
469	F	-45,1420	-23,0400	
470	F	-45,1430	-23,0460	
471	F	-45,1400	-23,0330	
472	F	-45,1340	-23,0360	
473	F	-45,1340	-23,0280	
474	F	-45,1420	-23,0150	
475	F	-45,1480	-23,0170	
476	F	-45,1490	-23,0200	
477	F	-45,1320	-23,0180	
478	F	-45,1470	-23,0110	
479	F	-45,1510	-22,9970	
480	F	-45,1530	-22,9960	
481	F	-45,1510	-23,0030	
482	F	-45,1550	-23,0020	
483	F	-45,1900	-23,0010	
559	F	-44,9160	-23,0310	
560	F	-44,9160	-23,0240	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
561	F	-44,9100	-23,0240	
562	F	-44,9030	-23,0220	
563	F	-44,8200	-22,9740	
564	F	-44,8190	-22,9700	
565	F	-44,8160	-22,9640	
566	F	-44,8570	-22,8800	
567	F	-44,8390	-22,8570	
568	F	-44,8430	-22,8630	
569	F	-44,8490	-22,8600	
570	F	-44,8510	-22,8540	
571	F	-44,8550	-22,8520	
572	F	-44,8500	-22,8470	
573	F	-44,8360	-22,8080	
574	F	-44,8360	-22,8130	
575	F	-44,8270	-22,8140	
576	F	-44,8420	-22,6430	
577	F	-44,8480	-22,6330	
578	F	-44,8350	-22,6370	
579	F	-44,8320	-22,6150	
580	F	-44,8290	-22,6110	
581	F	-44,8380	-22,6450	
582	F	-44,8370	-22,6430	
583	F	-44,8320	-22,6380	
584	F	-44,8290	-22,6650	
585	F	-44,8250	-22,6660	
586	F	-44,7870	-22,6620	
587	F	-44,7860	-22,6590	
588	F	-44,7220	-22,6440	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
589	F	-44,7240	-22,6410	
590	F	-44,7280	-22,6410	
591	F	-44,7160	-22,6320	
592	F	-44,7190	-22,6400	
593	F	-44,7180	-22,6370	
594	F	-44,7230	-22,6230	
595	F	-44,7240	-22,6180	
596	F	-44,7240	-22,6150	
597	F	-44,7280	-22,6130	
598	F	-44,7340	-22,5860	
599	F	-44,7130	-22,5840	
600	F	-44,7090	-22,5810	
614	F	-44,9160	-23,0310	
615	F	-44,9160	-23,0240	
616	F	-44,9100	-23,0240	
617	F	-44,9030	-23,0220	
618	F	-44,8200	-22,9740	
619	F	-44,8190	-22,9700	
620	F	-44,8160	-22,9640	
656	F	-44,6800	-22,6440	
657	F	-44,6780	-22,6400	
658	F	-44,6630	-22,6270	
659	F	-44,6610	-22,6250	
660	F	-44,6040	-22,6400	
661	F	-44,6000	-22,6410	
662	F	-44,5970	-22,6410	
663	F	-44,5940	-22,6450	
664	F	-44,5890	-22,6430	
665	F	-44,5860	-22,6610	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
666	F	-44,5880	-22,6620	
667	F	-44,5840	-22,6600	
668	F	-44,5950	-22,6650	
669	F	-44,5920	-22,6680	
670	F	-44,6000	-22,6690	
671	F	-44,5980	-22,6730	
672	F	-44,6040	-22,6780	
673	F	-44,6200	-22,7200	
674	F	-44,6220	-22,7290	
676	F	-44,8570	-22,5560	
677	F	-44,8530	-22,5530	
678	F	-44,8690	-22,5330	
679	F	-44,8320	-22,5270	
680	F	-44,8290	-22,5270	
694	F	-44,9160	-23,0310	
695	F	-44,9160	-23,0240	
696	F	-44,9100	-23,0240	
697	F	-44,9030	-23,0220	
698	F	-44,8200	-22,9740	
699	F	-44,8190	-22,9700	
700	F	-44,8160	-22,9640	
761	F	-45,1640	-22,6630	
762	F	-45,1760	-22,6640	
763	F	-45,1930	-22,6550	
764	F	-45,2000	-22,6560	
765	F	-45,2180	-22,6490	
766	F	-45,2150	-22,6440	
767	F	-45,2180	-22,6580	
768	F	-45,2270	-22,6520	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
769	F	-45,2280	-22,6510	
770	F	-45,2260	-22,6530	
771	F	-45,2280	-22,6530	
772	F	-45,2190	-22,6610	
773	F	-45,2010	-22,6560	Morro_primaria
774	F	-45,1760	-22,6710	
775	F	-45,1830	-22,6760	
776	F	-45,1840	-22,6720	
777	F	-45,1960	-22,7170	
778	F	-45,2520	-22,7050	
779	F	-45,2530	-22,7010	
780	F	-45,2510	-22,6910	
781	F	-45,2470	-22,6910	
782	F	-45,2450	-22,6900	
783	F	-45,2520	-22,6880	
785	F	-45,2600	-22,6830	
786	F	-45,2570	-22,6800	
787	F	-45,2630	-22,6820	RPPN
789	F	-45,2870	-22,6820	
790	F	-45,2990	-22,6940	
791	F	-45,2980	-22,6980	
792	F	-45,2910	-22,6960	
793	F	-45,2930	-22,7160	
794	F	-45,2140	-22,7790	
795	F	-45,2420	-22,7880	
796	F	-45,2450	-22,7850	
797	F	-45,2190	-22,6490	ipe
798	NF	-45,2440	-23,0860	
799	NF	-45,8550	-23,3820	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
805	NF	-45,6610	-23,2290	
806	NF	-45,6850	-23,2390	
807	NF	-45,6880	-23,2490	
808	NF	-45,7290	-23,2680	
809	NF	-45,7310	-23,2670	
810	NF	-45,7340	-23,2680	
811	NF	-45,7080	-23,2890	
812	NF	-45,7150	-23,3930	
813	NF	-45,7150	-23,3890	
814	NF	-45,7160	-23,4040	
815	NF	-45,7150	-23,3980	
816	NF	-45,7150	-23,4090	
817	NF	-45,7630	-23,4250	
818	NF	-45,7740	-23,4240	
819	NF	-45,8550	-23,3920	
820	NF	-44,9200	-23,0340	
821	NF	-44,9060	-23,0240	
822	NF	-44,9080	-23,0320	
823	NF	-44,8560	-22,8760	
824	NF	-44,8500	-22,8820	
825	NF	-44,8530	-22,8790	
826	NF	-44,8320	-22,6350	
827	NF	-44,8350	-22,6310	
828	NF	-44,8350	-22,6340	
829	NF	-44,8380	-22,6740	
830	NF	-44,8360	-22,6700	
831	NF	-44,8390	-22,6690	
832	NF	-44,8350	-22,6770	
833	NF	-44,7180	-22,6460	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
834	NF	-44,7260	-22,6090	
835	NF	-44,7270	-22,6060	
836	NF	-44,7270	-22,5970	
837	NF	-44,7260	-22,5940	
838	NF	-44,6910	-22,6480	
839	NF	-44,6950	-22,6500	
840	NF	-44,6880	-22,6450	
841	NF	-44,6190	-22,7290	
842	NF	-44,6230	-22,7310	
843	NF	-44,6250	-22,7220	
844	NF	-44,6250	-22,7190	
845	NF	-44,6180	-22,7190	
846	NF	-44,6270	-22,7240	
847	NF	-44,6180	-22,7320	
848	NF	-44,8350	-22,5300	
849	NF	-44,8320	-22,5290	
850	NF	-44,8260	-22,5280	
851	NF	-44,8260	-22,5310	
852	NF	-44,8280	-22,5310	
853	NF	-45,1940	-22,6640	
854	NF	-45,1940	-22,6610	
855	NF	-45,2490	-22,6950	
856	NF	-45,2520	-22,6950	
857	NF	-45,2490	-22,7000	
858	NF	-45,2550	-22,6890	
859	NF	-45,2550	-22,6860	
860	NF	-45,2590	-22,6780	
861	NF	-45,2990	-22,7040	
862	NF	-45,2540	-22,7450	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
863	NF	-45,2510	-22,7470	
864	NF	-45,2940	-22,7300	
865	NF	-45,2900	-22,7290	
866	NF	-45,2950	-22,7240	
867	NF	-45,2970	-22,7340	
868	NF	-45,2890	-22,7230	
869	NF	-45,2870	-22,7180	
870	NF	-45,2520	-22,7740	
871	NF	-45,2420	-22,7760	
872	NF	-45,2370	-22,7760	
873	NF	-45,2580	-22,7730	
889	NF	-45,6600	-23,1490	
890	NF	-45,6580	-23,1370	
891	NF	-45,5970	-23,1020	
892	NF	-45,5920	-23,1020	
893	NF	-45,5740	-23,0970	
894	NF	-45,5710	-23,0920	
895	NF	-45,4800	-23,1660	
896	NF	-45,4780	-23,1690	
897	NF	-45,4770	-23,1750	
898	NF	-45,4920	-23,1890	
899	NF	-45,4940	-23,1830	
900	NF	-45,4690	-23,1810	
901	NF	-45,4800	-23,1860	
902	NF	-45,4820	-23,1930	
903	NF	-45,4690	-23,1860	
904	NF	-45,4640	-23,1860	
905	NF	-45,3860	-23,2070	
906	NF	-45,3690	-23,2040	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
907	NF	-45,3550	-23,2070	
908	NF	-45,3560	-23,2100	
909	NF	-45,3480	-23,2040	
911	NF	-45,3460	-23,2100	
912	NF	-45,3520	-23,2160	
913	NF	-45,3460	-23,2100	
914	NF	-45,3570	-23,2240	
915	NF	-45,3570	-23,2200	
916	NF	-45,3560	-23,2280	
917	NF	-45,3540	-23,2280	
918	NF	-45,3550	-23,2330	
919	NF	-45,3560	-23,2340	
920	NF	-45,3550	-23,2410	
921	NF	-45,3430	-23,2280	
923	NF	-45,2680	-23,1160	
924	NF	-45,2540	-23,1140	
925	NF	-45,2250	-23,0910	
926	NF	-45,2210	-23,0910	
927	NF	-45,2360	-23,0890	
928	NF	-45,2350	-23,0910	
929	NF	-45,2390	-23,0900	
930	NF	-45,2470	-23,0860	
931	NF	-45,2360	-23,0830	
932	NF	-45,1560	-23,0410	
933	NF	-45,1590	-23,0420	
934	NF	-45,1480	-23,0380	
935	NF	-45,1400	-23,0410	
936	NF	-45,1640	-23,0450	
937	NF	-45,1480	-23,0420	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
938	NF	-45,1350	-23,0330	
939	NF	-45,1290	-23,0340	
940	NF	-45,1400	-23,0230	
941	NF	-45,1410	-23,0180	
942	NF	-45,1680	-22,9910	
943	NF	-45,1920	-23,0020	
944	NF	-45,1900	-23,0050	
981	NF	-45,3510	-23,2070	
1012	NF	-45,1680	-22,9910	
1030	NF	-44,9200	-23,0340	
1031	NF	-44,9060	-23,0240	
1032	NF	-44,9080	-23,0320	
1063	NF	-44,9200	-23,0340	
1064	NF	-44,9060	-23,0240	
1065	NF	-44,9080	-23,0320	
1111	NF	-44,9200	-23,0340	
1112	NF	-44,9060	-23,0240	
1113	NF	-44,9080	-23,0320	
1153	NF	-45,2540	-22,7450	
1154	NF	-45,2510	-22,7470	
1161	NF	-45,2520	-22,7740	
1162	NF	-45,2420	-22,7760	
1163	NF	-45,2370	-22,7760	
1164	NF	-45,2580	-22,7730	
1165	NF	-45,7610	-23,4220	
1166	NF	-44,8800	-22,5840	
1167	NF	-45,2030	-22,7320	
1168	NF	-45,2910	-22,7310	
1170	NF	-44,8800	-22,5840	

continua

Tabela A.1: Continuação.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
1173	NF	-45,6630	-23,1440	
1174	NF	-45,4800	-23,1800	
1175	NF	-45,3620	-23,2250	
1176	NF	-45,2620	-23,1150	
1177	NF	-45,2660	-23,1140	
1178	NF	-45,2590	-23,1110	
1179	NF	-45,2140	-23,0900	
1189	NF	-45,6530	-23,4660	
1190	NF	-45,5270	-23,5630	
1191	NF	-45,8540	-23,3760	
1197	NF	-45,5220	-23,5700	
1198	NF	-45,5090	-23,5630	
1199	NF	-45,6980	-23,2730	
1200	NF	-45,7770	-23,4260	
1201	NF	-45,6470	-23,4580	
1202	NF	-45,4780	-23,5810	
1203	NF	-45,4200	-23,5290	
1204	NF	-45,3520	-23,4760	
1207	NF	-45,6440	-23,1210	
1208	NF	-45,6440	-23,1300	
1209	NF	-45,5900	-23,1080	
1210	NF	-45,5810	-23,0990	
1211	NF	-45,3550	-23,2290	
1212	NF	-45,2430	-23,0870	
1223	NF	-44,8540	-22,8700	
1230	NF	-45,2250	-22,7860	
1231	NF	-45,2500	-22,7830	
1232	NF	-45,2550	-22,7790	
1233	NF	-45,6790	-23,2260	linha_transmissao

continua

Tabela A.1: Conclusão.

ID	Nome_Pontos	X	Y	Comentários
1234	NF	-45,2250	-22,7220	banana
1235	NF	-45,2230	-23,0910	cana
1236	NF	-45,1510	-23,0410	cana
1239	NF	-45,2170	-22,7230	arroz
1240	NF	-45,2130	-22,7350	arroz
1241	NF	-45,2220	-22,7210	arroz
1242	NF	-45,2060	-22,7300	arroz
1243	NF	-45,2250	-22,7220	banana
1244	NF	-45,2570	-22,7320	arroz
1245	NF	-45,2590	-22,7390	arroz
1246	NF	-45,2450	-22,7370	arroz
1247	NF	-45,2250	-22,7220	banana
1248	NF	-45,2720	-23,1120	

A.2: Área das classes de cobertura florestal por município.

Município	Área das classes de cobertura florestal (ha)																	
	FRMA						REG						REF					
	1995	%	2006	%	2018	%	1995	%	2006	%	2018	%	1995	%	2006	%	2018	%
Aparecida	2056,8	0,7	1848,4	0,7	1848,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	67,7	4,2	64,3	0,2	419,5	0,7	750,0	1,1
Areias	8211,0	2,9	7616,8	3,1	7580,4	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	657,0	2,3	1579,0	2,6	1442,2	2,1
Caçapava	3884,9	1,4	3210,8	1,3	3210,8	1,3	0,0	0,0	5,2	7,9	73,4	4,6	1948,5	6,9	2587,7	4,3	1812,5	2,7
Cachoeira Paulista	2159,8	0,8	1867,1	0,7	1867,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	362,3	0,6	760,4	1,1
Canas	168,8	0,1	162,0	0,1	162,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	378,3	0,6	596,6	0,9
Cruzeiro	8910,7	3,2	8514,1	3,4	8514,0	3,4	0,0	0,0	19,0	28,7	0,0	0,0	39,1	0,1	454,4	0,8	326,0	0,5
Cunha	32034,4	11,5	29694,2	11,9	29694,1	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,2	4,4	1184,2	4,2	2536,7	4,2	3207,5	4,7
Guaratinguetá	18921,6	6,8	17603,2	7,1	17555,0	7,1	0,9	2,5	0,9	1,4	35,6	2,2	613,0	2,2	1588,0	2,6	4175,5	6,1
Itatiaia	5431,1	1,9	5321,6	2,1	5321,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	160,0	10,0	333,0	1,2	103,9	0,2	91,4	0,1
Jacareí	1076,9	0,4	961,7	0,4	961,6	0,4	1,8	5,0	0,0	0,0	2,1	0,1	0,0	0,0	235,1	0,4	266,9	0,4
Jambeiro	2952,4	1,1	2854,9	1,1	2854,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	0,8	1435,2	5,1	2005,6	3,3	3021,8	4,4
Lagoinha	4380,8	1,6	4062,5	1,6	4032,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9	1,1	182,8	0,7	340,7	0,6	1033,9	1,5
Lavrinhas	4905,5	1,8	4806,3	1,9	4806,3	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	673,2	2,4	1132,3	1,9	631,2	0,9
Lorena	5301,2	1,9	4508,8	1,8	4448,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	294,9	1,1	1717,6	2,9	3177,1	4,7
Monteiro Lobato	9236,9	3,3	8848,0	3,5	8848,0	3,6	0,0	0,0	12,6	19,1	0,0	0,0	600,0	2,1	962,4	1,6	841,9	1,2
Natividade da Serra	35982,0	12,9	28402,5	11,4	28402,1	11,5	5,2	14,4	0,0	0,0	65,1	4,1	892,9	3,2	7084,3	11,8	7309,7	10,8
Paraibuna	23344,3	8,4	19814,0	7,9	19814,0	8,0	2,6	7,2	0,0	0,0	38,9	2,4	3761,5	13,4	7619,0	12,7	8373,0	12,3
Pindamonhangaba	19295,2	6,9	17678,3	7,1	17332,9	7,0	0,0	0,0	27,1	41,0	40,6	2,5	495,4	1,8	2741,1	4,6	3140,8	4,6
Piquete	7697,5	2,8	7478,1	3,0	7466,4	3,0	11,4	31,4	0,0	0,0	27,8	1,7	0,0	0,0	454,7	0,8	230,3	0,3
Potim	145,2	0,1	16,4	0,0	16,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	1,1	0,4	0,0	52,7	0,1	52,0	0,1
Queluz	7686,6	2,7	7638,9	3,1	6210,4	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,2	1820,3	6,5	1989,9	3,3	1690,8	2,5
Redenção da Serra	8222,0	2,9	7164,6	2,9	7160,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	2,9	1664,9	5,9	3537,5	5,9	4697,2	6,9
Resende	9977,2	3,6	9885,3	4,0	9809,3	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,5	3,5	1143,9	4,1	1163,5	1,9	1135,2	1,7
Roseira	2859,4	1,0	2675,1	1,1	2663,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	78,8	4,9	176,9	0,6	665,6	1,1	1130,3	1,7
Santa Branca	4919,4	1,8	4456,3	1,8	4456,0	1,8	2,3	6,2	0,0	0,0	16,7	1,0	2876,0	10,2	2860,0	4,8	4221,5	6,2
São José do Barreiro	4643,3	1,7	4375,3	1,8	4375,3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,3	0,0	0,0	287,4	0,5	110,1	0,2
São José dos Campos	1685,1	0,6	1020,3	0,4	1020,3	0,4	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	231,3	0,8	709,1	1,2	1243,0	1,8
São Luis do Paraitinga	20427,5	7,3	16332,9	6,5	16289,3	6,6	11,6	31,9	0,0	0,0	302,6	18,9	2774,1	9,9	7325,5	12,2	5585,0	8,2
Silveiras	9554,2	3,4	9412,0	3,8	9368,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	37,4	2,3	2019,6	7,2	2385,6	4,0	3047,3	4,5
Taubaté	9820,5	3,5	8454,5	3,4	7885,6	3,2	0,5	1,5	1,0	1,5	309,9	19,3	1962,6	7,0	3870,5	6,5	3191,9	4,7
Tremembé	3637,8	1,3	2976,8	1,2	2976,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	115,4	7,2	232,6	0,8	815,1	1,4	661,3	1,0
Total	279529,7	100,0	249661,5	100,0	246950,4	100,0	36,4	100,0	66,1	100,0	1603,4	100,0	28077,6	100,0	59964,7	100,0	67954,0	100,0

ANEXO A – TABELAS

Tabela A.1: Área das principais culturas temporárias.

Município	1995 - Área (ha)								2006 - Área (ha)								2018 - Área (ha)															
	Arroz (em casca)	%	Cana-de-açúcar	%	Feijão (em grão)	%	Mandioca	%	(em grão)	%	(em casca)	%	Cana-de-açúcar	%	Feijão (em grão)	%	Mandioca	%	Milho (em grão)	%	Arroz (em casca)	%	Cana-de-açúcar	%	Feijão (em grão)	%	Mandioca	%	Milho (em grão)	%		
Itatiaia	5	0,03	6	0,42	55	0,77	10	1,00	60	0,35	*	0,00	10	0,55	10	0,24	10	1,91	27	0,24	0	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Resende	240	1,40	350	24,29	300	4,18	70	6,97	800	4,66	*	0,00	30	1,66	50	1,18	40	7,63	180	1,57	0	0,00	11	0,47	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Aparecida	400	2,34	*	0,00	25	0,35	*	0,00	80	0,47	300	2,73	*	0,00	10	0,24	*	0,00	60	0,52	260	4,27	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Areias	*	0,00	*	0,00	100	1,39	13	1,29	180	1,05	10	0,09	30	1,66	48	1,13	4	0,76	320	2,79	4	0,07	30	1,28	30	3,05	5	2,01	60	1,20	1,20	
Caçapava	1800	10,51	700	48,58	759	10,57	250	24,88	180	1,05	1200	10,90	1200	66,45	100	2,36	40	7,63	60	0,52	1300	21,36	2000	85,65	60	6,09	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Cachoeira Paulista	160	0,93	*	0,00	30	0,42	50	4,98	450	2,62	100	0,91	*	0,00	100	2,36	7	1,34	200	1,74	150	2,46	165	7,07	18	1,83	*	0,00	58	1,16	1,16	
Cruzeiro	85	0,50	5	0,35	18	0,25	26	2,59	140	0,82	70	0,64	21	1,16	44	1,04	14	2,67	110	0,96	64	1,05	25	1,07	50	5,08	20	8,03	61	1,22	1,22	
Cunha	90	0,53	*	0,00	1000	13,92	6	0,60	3000	17,47	15	0,14	*	0,00	856	20,20	*	0,00	3470	30,26	*	0,00	*	0,00	390	39,59	3	1,20	3000	60,00	60,00	
Guaratinguetá	2515	14,68	10	0,69	50	0,70	30	2,99	800	4,66	2325	21,12	*	0,00	60	1,42	40	7,63	280	2,44	2100	34,50	*	0,00	*	0,00	11	4,42	*	0,00	0,00	
Jacareí	172	1,00	*	0,00	100	1,39	20	1,99	*	0,00	*	0,00	*	0,00	140	3,30	25	4,77	240	2,09	*	0,00	*	0,00	13	1,32	8	3,21	*	0,00	0,00	
Jambeiro	5	0,03	*	0,00	260	3,62	10	1,00	160	0,93	5	0,05	*	0,00	180	4,25	5	0,95	80	0,70	4	0,07	*	0,00	70	7,11	*	0,00	*	0,00	0,00	
Lagoinha	28	0,16	*	0,00	500	6,96	75	7,46	450	2,62	*	0,00	*	0,00	35	0,83	4	0,76	680	5,93	*	0,00	6	0,26	15	1,52	14	5,62	300	6,00	6,00	
Lavinhas	3	0,02	*	0,00	15	0,21	2	0,20	110	0,64	3	0,03	*	0,00	33	0,78	7	1,34	96	0,84	2	0,03	*	0,00	22	2,23	10	4,02	22	0,44	0,44	
Lorena	1000	5,84	*	0,00	90	1,25	30	2,99	700	4,08	200	1,82	*	0,00	100	2,36	*	0,00	100	0,87	*	0,00	*	0,00	15	1,52	*	0,00	*	0,00	0,00	
Monteiro Lobato	100	0,58	30	2,08	50	0,70	50	4,98	100	0,58	10	0,09	*	0,00	20	0,47	15	2,86	60	0,52	*	0,00	*	0,00	15	1,52	*	0,00	*	0,00	0,00	
Natividade da Serra	105	0,61	40	2,78	1150	16,01	40	3,98	1000	5,82	*	0,00	5	0,28	60	1,42	30	5,73	750	6,54	*	0,00	*	0,00	14	1,42	40	16,06	40	0,80	0,80	
Paraibuna	*	0,00	20	1,39	630	8,77	30	2,99	500	2,91	*	0,00	70	3,88	100	2,36	40	7,63	420	3,66	*	0,00	*	0,00	20	2,03	*	0,00	*	0,00	0,00	
Pindamonhangaba	3200	18,68	70	4,86	20	0,28	*	0,00	1540	8,97	2800	25,44	70	3,88	65	1,53	*	0,00	212	1,85	550	9,04	*	0,00	15	1,52	*	0,00	700	14,00	14,00	
Piquete	5	0,03	*	0,00	30	0,42	5	0,50	200	1,16	3	0,03	*	0,00	30	0,71	*	0,00	100	0,87	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	0,00	
Potim	500	2,92	*	0,00	*	0,00	*	0,00	35	0,20	300	2,73	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	350	5,75	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	0,00	
Queluz	10	0,06	*	0,00	40	0,56	20	1,99	150	0,87	2	0,02	35	1,94	32	0,76	8	1,53	36	0,31	1	0,02	22	0,94	8	0,81	10	4,02	18	0,36	0,36	
Redenção da Serra	5	0,03	40	2,78	520	7,24	30	2,99	230	1,34	*	0,00	*	0,00	90	2,12	11	2,10	230	2,01	*	0,00	4	0,17	*	0,00	*	0,00	8	0,16	0,16	
Roseira	1214	7,09	*	0,00	25	0,35	3	0,30	150	0,87	6	0,05	*	0,00	62	1,46	9	1,72	305	2,66	2	0,03	3	0,13	4	0,41	3	1,20	3	0,06	0,06	
São José do Barreiro	50	0,29	50	3,47	100	1,39	*	0,00	300	1,75	*	0,00	50	2,77	23	0,54	7	1,34	182	1,59	*	0,00	44	1,88	8	0,81	*	0,00	90	1,80	1,80	
São José dos Campos	600	3,50	70	4,86	310	4,32	80	7,96	2300	13,39	300	2,73	200	11,07	350	8,26	150	28,63	340	2,96	*	0,00	*	0,00	150	15,23	*	0,00	*	0,00	0,00	
São Luiz do Paraitinga	6	0,04	40	2,78	270	3,76	70	6,97	900	5,24	*	0,00	70	3,88	60	1,42	4	0,76	280	2,44	*	0,00	15	0,64	*	0,00	8	3,21	270	5,40	5,40	
Silveiras	30	0,18	*	0,00	170	2,37	50	4,98	600	3,49	2	0,02	15	0,83	90	2,12	21	4,01	300	2,62	*	0,00	10	0,43	8	0,81	20	8,03	20	0,40	0,40	
Taubaté	2229	13,01	10	0,69	400	5,57	30	2,99	2000	11,64	1200	10,90	*	0,00	1350	31,85	13	2,48	2200	19,18	200	3,29	*	0,00	60	6,09	40	16,06	150	3,00	3,00	
Tremembé	2570	15,01	*	0,00	166	2,31	5	0,50	60	0,35	2157	19,59	*	0,00	140	3,30	20	3,82	150	1,31	1100	18,07	*	0,00	*	0,00	57	22,89	200	4,00	4,00	
Total	17127	100	1441	100	7183	100	1005	100	17175	100	11008	100	1806	100	4238	100	524	100	11468	100	6087	100	2335	100	985	100	249	100	5000	100	100	

Tabela A.2: Área das principais culturas permanentes.

Municípios	1995 - Área (ha)						2006 - Área (ha)						2018 - Área (ha)					
	Banana (cacho)	%	Laranja	%	Tangerina	%	Banana (cacho)	%	Laranja	%	Tangerina	%	Banana (cacho)	%	Laranja	%	Tangerina	%
Itatiaia	10	4,48	4	0,53	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Areias	7	3,14	4	0,53	*	0,00	20	3,92	10	3,57	*	0,00	24	5,07	*	0,00	*	0,00
Caçapava	*	0,00	85	11,36	*	0,00	10	1,96	15	5,36	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Cachoeira Paulista	*	0,00	231	30,88	2	2,20	20	3,92	60	21,43	10	13,51	5	1,06	*	0,00	10	26,32
Cruzeiro	116	52,02	23	3,07	1	1,10	100	19,61	18	6,43	15	20,27	40	8,46	9	10,71	9	23,68
Cunha	*	0,00	31	4,14	2	2,20	*	0,00	*	0,00	1	1,35	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Guaratinguetá	*	0,00	19	2,54	25	27,47	*	0,00	50	17,86	20	27,03	80	16,91	*	0,00	*	0,00
Jacareí	*	0,00	*	0,00	*	0,00	10	1,96	*	0,00	*	0,00	20	4,23	*	0,00	10	26,32
Jambeiro	*	0,00	5	0,67	*	0,00	*	0,00	2	0,71	4	5,41	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Lavrinhas	9	4,04	*	0,00	2	2,20	10	1,96	*	0,00	2	2,70	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Lorena	2	0,90	58	7,75	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Natividade da Serra	*	0,00	8	1,07	*	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	5	1,06	*	0,00	*	0,00
Paraibuna	*	0,00	31	4,14	5	5,49	50	9,80	60	21,43	5	6,76	*	0,00	*	0,00	*	0,00
Pindamonhangaba	35	15,70	46	6,15	*	0,00	100	19,61	11	3,93	*	0,00	118	24,95	11	13,10	*	0,00
Piquete	5	2,24	19	2,54	1	1,10	50	9,80	*	0,00	1	1,35	50	10,57	*	0,00	*	0,00
Queluz	3	1,35	8	1,07	1	1,10	3	0,59	6	2,14	*	0,00	12	2,54	6	7,14	*	0,00
Redenção da Serra	1	0,45	19	2,54	*	0,00	19	3,73	*	0,00	*	0,00	19	4,02	*	0,00	*	0,00
Santa Branca	*	0,00	*	0,00	*	0,00	8	1,57	11	3,93	12	16,22	15	3,17	10	11,90	5	13,16
São José do Barreiro	7	3,14	10	1,34	1	1,10	40	7,84	5	1,79	*	0,00	26	5,50	*	0,00	*	0,00
São José dos Campos	*	0,00	15	2,01	4	4,40	*	0,00	10	3,57	4	5,41	*	0,00	*	0,00	*	0,00
São Luiz do Paraitinga	6	2,69	23	3,07	1	1,10	*	0,00	*	0,00	*	0,00	4	0,85	30	35,71	4	10,53
Silveiras	10	4,48	29	3,88	*	0,00	13	2,55	22	7,86	*	0,00	10	2,11	18	21,43	*	0,00
Taubaté	7	3,14	38	5,08	28	30,77	50	9,80	*	0,00	*	0,00	30	6,34	*	0,00	*	0,00
Tremembé	5	2,24	42	5,61	18	19,78	7	1,37	*	0,00	*	0,00	15	3,17	*	0,00	*	0,00
TOTAL	223	100	748	100	91	100	510	100	280	100	74	100	473	100	84	100	38	100

Tabela A.3: Valor de produção animal por tipo de produto (mil reais).

Municípios	1995			2006			2017		
	Leite	Ovos de galinha	Mel de abelha	Leite	Ovos de galinha	Mel de abelha	Leite	Ovos de galinha	Mel de abelha
Aparecida	421	3	*	292	5	*	1119	14	*
Areias	1222	8	*	2232	23	17	8185	18	*
Canas	*	*	*	440	4	*	1410	9	17
Cruzeiro	2063	16	*	4277	14	50	8984	9	15
Cunha	3915	7	*	10240	13	*	25406	44	*
Guaratinguetá	5800	166	6	12285	2083	60	21778	1041	32
Itatiaia	447	76	72	480	6	58	3390	55	78
Jacareí	2923	360	*	2589	2290	*	3630	3000	*
Jambeiro	1045	13	149	1640	108	36	2459	9	11
Lagoinha	2172	9	*	4767	8	97	10753	209	8
Lavrinhas	1075	3	*	2808	12	*	5145	18	23
Lorena	5296	5	54	8680	18	*	13195	48	63
Monteiro Lobato	723	8	*	1902	38	25	1018	76	11
Natividade da Serra	668	16	*	1475	34	75	5071	668	20
Paraibuna	1633	16	*	6166	62	*	8057	128	*
Pindamonhangaba	5754	834	108	5328	5882	*	25702	10607	67
Piquete	567	6	*	1488	35	*	3370	82	*
Potim	348	6	34	486	2	84	1431	4	138
Queluz	972	11	*	3150	24	23	6201	18	*
Redenção da Serra	632	9	*	1472	59	*	7846	1000	*
Resende	7992	572	*	11000	29	20	36542	195	65
Roseira	1044	15	84	1818	3	*	3469	6	225
Santa Branca	1908	*	104	1017	*	126	1550	15	99
São José do Barreiro	1308	8	*	4208	20	150	12698	18	*
São José dos Campos	3673	13	*	10834	63	5	11966	307	30
São Luiz do Paraitinga	1771	17	11	4192	108	38	18441	789	8
Silveiras	1403	9	*	6138	14	*	11998	20	*
Taubaté	4096	18	108	9417	18	*	24512	244	82
Tremembé	771	18	3	1178	8	45	1450	145	38
Total	61221	2242	733	121999	10983	909	286776	18796	1030

Legenda: * = Sem-informação.

Tabela A.4: Efetivo rebanho (número de cabeças).

Municípios	1995				2006				2017			
	Bovino	Equino	Suíno - total	Galináceos - total	Bovino	Equino	Suíno - total	Galináceos - total	Bovino	Equino	Suíno - total	Galináceos - total
Aparecida	4250	95	1130	770	1750	130	750	530	5274	37	656	702
Areias	7900	450	1000	5300	14300	618	315	3670	12711	495	153	2070
Canas	...	...	...	...	1630	160	345	330	4597	87	222	376
Cruzeiro	13200	900	1000	11500	14680	684	570	2635	10251	725	342	1170
Cunha	44000	1050	3400	4150	44000	2500	5500	2900	85433	5154	7623	4127
Guaratinguetá	30000	900	3750	70000	32800	1905	3000	91900	54399	608	3024	31631
Itatiaia	13696	1072	1147	246720	4000	600	250	300	4557	107	306	477
Jacareí	15000	-	5000	1980500	21640	1436	2200	56000	19537	1200	600	75000
Jambeiro	9300	430	5200	33400	8200	380	3400	24400	13529	190	26000	1000
Lagoinha	11650	550	1040	49210	15875	515	840	12106	20552	755	90	15289
Lavrinhas	6000	200	1000	1750	7900	280	775	1700	6840	199	351	1980
Lorena	25000	550	1100	2100	20000	750	460	2270	29078	692	793	2981
Monteiro Lobato	11000	400	1850	16700	6200	300	395	10900	13494	210	450	5900
Natividade da Serra	15700	680	1710	18960	26858	1078	898	32255	22079	577	315	47805
Paraibuna	23100	1230	3300	30300	23500	900	3380	19700	30096	766	1400	17000
Pindamonhangaba	37000	2500	3000	360500	50715	3900	2248	220000	55500	2560	550	233679
Piquete	8000	300	500	1900	3800	330	260	2680	7994	184	364	3263
Potim	2500	100	100	4000	3850	60	72	630	4132	19	104	668
Queluz	7300	200	1000	141370	10200	245	530	4500	7101	259	440	1980
Redenção da Serra	11460	203	1370	12670	13122	572	795	17343	13865	550	459	63428
Resende	53572	979	7991	247771	32000	2500	2650	15600	53918	1577	2350	2423
Roseira	6000	250	1800	4400	4900	310	520	200	6648	70	487	340
Santa Branca	12000	1500	120	-	13237	673	250	-	10562	700	200	1000
São José do Barreiro	12500	1100	500	6500	14200	800	850	3210	12670	666	324	2500
São José dos Campos	32600	1630	4410	733000	38000	1300	2330	63700	59031	1130	3200	44000
São Luiz do Paraitinga	18976	920	2060	17434	34946	1878	679	17550	39300	1435	578	48286
Silveiras	10400	480	1800	7200	15700	750	830	3500	13401	783	783	2790
Taubaté	27430	1130	2600	273758	43983	1898	722	19531	39025	1600	359	14655
Tremembé	7135	284	530	43358	8975	596	288	8016	7830	388	78	8448
Total	476669	19799	58878	4281863	530961	28048	36102	638056	663404	23723	52601	634968

Tabela A.5: Valor adicionado bruto – serviços (mil reais).

Municípios	valor adicionado bruto - serviços 2002(mil reais)	valor adicionado bruto - serviços 2006(mil reais)	valor adicionado bruto - serviços 2009(mil reais)	valor adicionado bruto - serviços 2012(mil reais)	valor adicionado bruto - serviços 2016(mil reais)
Resende	518591,1	793321,1	1365068,3	2266130,0	2742710,2
Aparecida	138669,8	207978,0	296796,6	444534,5	758103,4
Areias	3710,7	4801,9	5233,9	7654,4	10912,6
Caçapava	368040,4	591632,4	832835,4	1086424,3	1421037,9
Cachoeira Paulista	67874,7	124089,4	166301,2	235906,8	342030,5
Canas	5321,5	8545,3	10209,4	31159,5	68237,8
Cruzeiro	239888,4	364406,5	474695,4	699076,4	973438,0
Cunha	19027,3	28700,2	37448,1	55363,2	95148,3
Guaratinguetá	447398,7	675135,2	1009097,1	1506225,5	2110651,3
Itatiaia	253511,4	357333,0	526887,4	1198923,7	1757201,7
Jacareí	888861,9	1312404,9	1749627,1	2560810,2	4018833,1
Jambeiro	16372,4	23642,0	32953,7	53734,6	71686,0
Lagoinha	6304,9	8675,7	14194,9	15259,7	24077,5
Lavrinhas	10136,5	18145,3	20748,5	27909,8	38061,6
Lorena	271073,6	441445,0	513361,0	728892,2	1177507,3
Monteiro Lobato	8213,6	12052,3	15125,2	19608,8	28128,0
Natividade da Serra	6213,1	9992,2	13715,6	16972,5	23475,5
Paraibuna	35578,7	46231,8	68529,0	81447,6	112444,7
Pindamonhangaba	596268,7	903250,9	1230890,3	1763027,2	2630587,1
Piquete	20398,0	26100,8	35400,1	50724,2	75311,8
Potim	14596,8	22696,1	33941,9	53747,9	77401,6
Queluz	20708,0	30594,1	41596,8	82167,4	137718,6
Redenção da Serra	4651,8	8704,6	11769,9	12670,9	18884,6
Roseira	23875,9	39348,1	53292,1	86492,7	115715,1
Santa Branca	32600,1	48494,1	54219,8	67046,7	98496,1
São José do Barreiro	5005,6	7056,7	8809,7	11333,4	16220,7
São José dos Campos	4539225,4	6555758,1	8877585,6	12293118,9	16557437,8
São Luís do Paraitinga	14882,3	24638,3	29389,6	46364,3	69137,4
Silveiras	6367,8	9210,0	9054,7	13391,7	21622,4
Taubaté	1440310,4	2129903,0	3439654,6	4742665,8	6032111,6
Tremembé	81724,9	103580,5	135564,8	217329,2	317083,3

Tabela A.6: Valor adicionado bruto – indústrias (mil reais).

Municípios	valor adicionado bruto - indústria 2002(mil reais)	valor adicionado bruto - indústria 2006(mil reais)	valor adicionado bruto - indústria 2009(mil reais)	valor adicionado bruto - indústria 2012(mil reais)	valor adicionado bruto - indústria 2016(mil reais)
Resende	446714,0	1019908,0	1316293,7	2476359,7	1041403,5
Aparecida	20009,0	30150,4	51216,9	63317,5	155046,6
Areias	741,6	917,3	526,4	701,3	1035,5
Caçapava	492289,1	881501,8	1171857,0	1445890,3	1253762,2
Cachoeira Paulista	23194,6	20167,4	60070,0	51123,5	55544,5
Canas	2436,2	1842,5	2969,8	31690,1	39870,5
Cruzeiro	191864,1	359358,7	343683,1	431271,8	470451,1
Cunha	3531,7	7017,7	3424,4	5878,3	8246,0
Guaratinguetá	368834,8	586595,6	870461,5	993492,7	986267,4
Itatiaia	159359,0	266730,4	251734,5	408162,6	660565,1
Jacareí	1364432,4	2081666,2	2587305,4	2991809,3	3304332,3
Jambeiro	45875,1	58798,9	80086,2	125159,4	117603,8
Lagoinha	2176,1	2363,5	3837,1	2182,7	3302,9
Lavrinhas	8499,0	17089,6	22383,3	28791,3	21439,3
Lorena	196646,3	381671,5	391959,6	425604,3	628430,2
Monteiro Lobato	1059,1	4868,2	4661,9	4464,3	3963,1
Natividade da Serra	1093,7	2111,5	3787,7	2519,8	3812,6
Paraibuna	16195,3	28393,5	26578,6	48916,8	36745,7
Pindamonhangaba	567054,0	1082227,0	1340786,3	1919960,0	2368162,7
Piquete	3104,9	2321,6	5596,0	13532,6	17372,0
Potim	5566,2	13735,2	19438,3	21490,1	16946,7
Queluz	3340,8	3735,8	5682,8	15049,7	23837,8
Redenção da Serra	1028,2	1615,8	6410,8	2734,3	3875,6
Roseira	18829,5	29715,8	53121,0	53505,1	81397,9
Santa Branca	41964,7	95454,1	79074,8	71173,4	76756,7
São José do Barreiro	721,0	1711,8	2549,9	1422,1	1965,5
São José dos Campos	5894792,3	8428422,7	10864656,6	7790492,1	13165282,7
São Luís do Paraitinga	2882,5	4612,5	7729,4	8531,0	8088,6
Silveiras	2554,2	1324,7	1384,3	2626,9	2815,4
Taubaté	1483728,2	2903360,8	5132020,7	5352455,3	4469812,6
Tremembé	39938,2	54853,9	92547,5	125976,9	106210,4

Tabela A.7: Valor adicionado bruto – agropecuária (mil reais).

Municípios	valor adicionado bruto - agropecuaria 2002(mil reais)	valor adicionado bruto - agropecuaria 2006(mil reais)	valor adicionado bruto - agropecuaria 2009(mil reais)	valor adicionado bruto - agropecuaria 2012(mil reais)	valor adicionado bruto - agropecuaria 2016(mil reais)
Resende	9455,4	19496,8	28666,6	23500,5	41999,2
Aparecida	555,5	736,0	930,8	1227,2	1862,6
Areias	5791,4	5581,2	7178,9	6001,6	6323,0
Caçapava	6895,0	13332,3	8275,3	7833,6	17670,3
Cachoeira Paulista	4252,8	7523,8	8160,7	8021,8	15810,1
Canas	457,7	628,1	1027,0	2207,0	5053,5
Cruzeiro	4006,0	5113,5	5197,8	5146,0	8133,9
Cunha	10085,6	12562,1	17175,0	18297,0	27417,4
Guaratinguetá	14779,8	15795,7	19903,0	26349,5	32543,5
Itatiaia	1593,6	1625,2	1971,3	3003,8	5054,5
Jacareí	18794,2	13948,7	23198,9	16568,1	29036,6
Jambeiro	1782,0	5545,7	5103,0	6580,0	4992,2
Lagoinha	5131,8	4133,6	7007,7	5570,5	8190,4
Lavrinhas	2055,7	4155,5	2847,1	3279,8	4883,2
Lorena	5471,3	6324,6	8336,1	12749,9	11408,8
Monteiro Lobato	1455,3	2869,6	2399,0	2478,9	4666,4
Natividade da Serra	4264,0	8386,1	6621,2	5921,5	8246,5
Paraibuna	5710,9	14276,4	9347,3	7321,8	10963,1
Pindamonhangaba	19517,8	19684,9	22681,9	19984,1	28672,6
Piquete	1389,4	1826,6	2275,9	3054,7	3237,0
Potim	486,6	770,2	1085,1	1041,3	1685,7
Queluz	2649,4	3045,6	3222,2	6259,8	4245,9
Redenção da Serra	4322,5	4769,5	8052,0	4644,4	11431,4
Roseira	883,4	2485,1	2595,4	2967,2	4555,1
Santa Branca	17863,3	14123,5	10500,2	7058,7	4286,8
São José do Barreiro	2577,7	4118,5	4206,5	6146,3	7864,0
São José dos Campos	7359,7	14371,0	18169,0	16120,6	17142,0
São Luís do Paraitinga	13357,4	13110,4	12786,7	9389,1	16653,6
Silveiras	4701,2	7302,0	9673,4	6544,6	7805,7
Taubaté	29338,8	14037,6	22723,5	19200,9	22968,1
Tremembé	5002,2	3449,4	3472,7	8341,4	7542,2